



**Universidade de Aveiro**  
2015

Departamento de Economia, Gestão e Engenharia  
Industrial

**PATRÍCIA MARIA DA  
SILVA RAMOS**

**MELHORIA DE PROCESSOS COM RECURSO A  
FERRAMENTAS *LEAN*: UM CASO PRÁTICO NUMA  
INDÚSTRIA DE CALÇADO**



**PATRÍCIA MARIA DA  
SILVA RAMOS**

**MELHORIA DE PROCESSOS COM RECURSO A  
FERRAMENTAS *LEAN*: UM CASO PRÁTICO NUMA  
INDÚSTRIA DE CALÇADO**

Relatório de projeto apresentado à Universidade de Aveiro para cumprimento dos requisitos necessários à obtenção do grau de Mestre em Engenharia e Gestão Industrial, realizada sob a orientação científica da Doutora Leonor da Conceição Teixeira, Professora Auxiliar do Departamento de Economia, Gestão e Engenharia Industrial da Universidade de Aveiro.

Dedico este trabalho à minha família e amigos.

## **o júri**

Presidente

Professora Doutora Carina Maria Oliveira Pimentel  
Professora Auxiliar da Universidade de Aveiro

Vogal (Arguente Principal)

Professora Doutora Ângela Maria Esteves da Silva  
Professora Auxiliar da Universidade Lusíada – Norte

Vogal (Orientador)

Professora Doutora Leonor da Conceição Teixeira  
Professora Auxiliar da Universidade de Aveiro

## **agradecimentos**

À minha orientadora na Universidade, Leonor Teixeira, pela disponibilidade e dedicação, e pelas sugestões e críticas construtivas no decurso deste projeto.

À ECCO e ao Diretor de Produção, Alan Searle, pela oportunidade e pela confiança depositada.

À minha orientadora na empresa, Deolinda Resende, e aos restantes membros do departamento, por todo carinho com que me receberam, pelo apoio e pelos ensinamentos que me transmitiram.

Aos restantes membros da Ecco'let, por toda a disponibilidade, colaboração e respeito que me mostraram ao longo do estágio.

À Sara, por me acompanhar nesta jornada e pela partilha de conhecimentos e motivação.

Aos meus amigos, pela força que me transmitem todos os dias, e por me direcionarem para o melhor caminho.

À minha família, por todo o afeto e apoio incondicional.

## palavras-chave

*Lean, Just-in-Time, Sistema Pull, Gestão Visual, Ergonomia.*

## Resumo

Nos dias de hoje as indústrias recorrem cada vez mais à filosofia *lean*, para atingir níveis de produtividade excelentes. Esta filosofia permite a uma empresa otimizar os seus recursos e eliminar ou minimizar desperdícios. A ergonomia é um fator importante nesta filosofia, uma vez que os recursos humanos são um fator chave na busca da melhoria contínua.

O presente trabalho incide sobre a implementação de ferramentas *lean* com o objetivo de aumentar a eficiência e reduzir desperdícios no processo de abastecimento de componentes às linhas de produção na Ecco'let Portugal, empresa pertencente à indústria do calçado.

No projeto desenvolvido foram adotadas ferramentas como *just-in-time*, sistema *pull* e gestão visual, com o intuito de implementação de uma cultura *lean* na organização, que se encontra numa fase de reestruturação.

As sugestões de melhoria implementadas resultaram numa redução dos *stocks* intermédios, libertação de espaço, melhor gestão dos componentes, melhor controlo visual e melhoria do processo em termos ergonómicos.

**Keywords**

Lean, Just-in-Time, Pull System, Visual Management, Ergonomics.

**Abstract**

Nowadays, industries are increasingly resorting to the lean philosophy to achieve excellent levels of productivity. This philosophy allows a company to optimize its resources and eliminate or minimize waste. Ergonomics is an important factor in this philosophy because human resources are a key factor in the quest for continuous improvement.

This paper focuses on the implementation of lean tools in order to increase efficiency and reduce waste in the process of components supply to the production lines in Ecco'let Portugal, a company belonging to the footwear industry.

In the developed project tools were adopted such as just-in-time, pull system and visual management, with the aim of implementing a lean culture in the organization, which is in a restructuring phase.

The implemented improvement suggestions resulted in the reduction of intermediate stocks, liberation of space, better management of components, better visual control and improvement of the process in ergonomic terms.

# ÍNDICE

<b>1</b>	<b>Introdução .....</b>	<b>1</b>
1.1	Motivação .....	1
1.2	Contextualização do trabalho e Principais objetivos .....	1
1.3	Metodologia .....	2
1.4	Estrutura do documento.....	2
<b>2</b>	<b>Enquadramento teórico.....</b>	<b>5</b>
2.1	Filosofia <i>Lean</i> .....	5
2.1.1	<i>Lean Thinking</i> .....	5
2.1.1.1	Conceitos <i>Lean</i> .....	8
2.1.1.2	Princípios <i>Lean</i> .....	11
2.1.2	Algumas Metodologias e Ferramentas <i>Lean</i> .....	12
2.1.2.1	Sistema <i>Push</i> e <i>Pull</i> .....	12
2.1.2.2	Gestão Visual.....	12
2.2	Alguns Conceitos Relacionados com Ergonomia no Trabalho .....	13
<b>3</b>	<b>Caso de Estudo .....</b>	<b>15</b>
3.1	A Empresa .....	15
3.1.1	O Grupo ECCO .....	15
3.1.2	Ecco'let Portugal.....	16
3.2	Descrição do Cenário Inicial .....	21
3.2.1	Principais Etapas Pré-Injeção.....	22
3.2.2	Performance Inicial.....	26
3.2.3	Problemas Observados e Necessidades Identificadas .....	27
3.3	Identificação e Implementação de Propostas de Melhoria .....	29
3.3.1	Alteração do <i>Layout</i> .....	29
3.3.1.1	Preenchimento do Carro Tubular no Armazém .....	29
3.3.1.2	Alteração do <i>Layout</i> da Área de Preparação de Componentes.....	35
3.3.2	Plano de Voltas.....	37
3.3.3	Reformulação do Transporte .....	39
3.3.3.1	Implementação do Sistema <i>Pull</i> no Processo de Abastecimento de Componentes .....	44
3.3.4	Redução do <i>Work in Process</i> .....	45
3.3.4.1	Implementação do Sistema <i>Just-in-Time</i> no Corte de Palmilhas.....	47
3.3.5	Implementação de Gestão Visual nas Áreas de Utilização dos Novos Carros Tubulares .....	49



<b>4</b>	<b>Análise e Discussão de Resultados .....</b>	<b>53</b>
<b>5</b>	<b>Conclusão .....</b>	<b>57</b>
<b>6</b>	<b>Referências .....</b>	<b>59</b>
	<b>Anexo A – Questionário .....</b>	<b>61</b>
	<b>Anexo B – Folha de requisição de palmilhas interiores .....</b>	<b>64</b>

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 - Cartoon elucidativo do pensamento <i>lean</i> .....	5
Figura 2 - A casa TPS .....	6
Figura 3 - Secções da filosofia Toyota Way .....	7
Figura 4 - Princípios <i>lean</i> revistos .....	11
Figura 5 - Organograma da estrutura da empresa .....	17
Figura 6 - Componentes de um sapato .....	18
Figura 7 - Maincard .....	20
Figura 8 - Embalagem de gáspeas .....	20
Figura 9 - Fluxograma de produção de um sapato na Ecco'let Portugal .....	21
Figura 10 - Etapas pré-injeção .....	22
Figura 11 – Balancé; Palmilhas interiores; Caixote onde são colocadas as palmilhas.....	23
Figura 12 – Carros tubulares .....	23
Figura 13 - Exemplo de um pictograma timbrado numa gáspea .....	24
Figura 14 - Máquina de formar a parte de trás da gáspea .....	25
Figura 15 - Estações correspondentes a cada um dos três postos de coser as palmilhas interiores.....	26
Figura 16 - Performance inicial .....	27
Figura 17 - <i>Layout</i> inicial da área de preparação de componentes.....	28
Figura 18 - Racks utilizados para o armazenamento de gáspeas no armazém .....	31
Figura 19 - Quantidade de caixas por ordem numa amostra de 86 ordens.....	32
Figura 20 - Dimensões das caixas de cartão e dos compartimentos inferiores dos racks do armazém.....	32
Figura 21 – Dimensões dos carros de ordens.....	34
Figura 22 – Novo <i>layout</i> da zona de preparação de componentes .....	36
Figura 23 – Ordem de prioridades para a elaboração do Plano de Voltas .....	39

## ÍNDICE DE TABELAS

Tabela 1 – Número de operadores, por posto, por turno e performance inicial .....	27
Tabela 2 - Problemas da implementação da "Alternativa 1" e respectivas soluções .....	31
Tabela 3 - Compartimentos necessários para expor as caixas de gáspeas no armazém....	33
Tabela 4 – Compartimentos necessários para expor as gáspeas nos carros de ordens no armazém .....	34
Tabela 5 - Distribuição dos carros tubulares por Mini-Fábrica .....	41
Tabela 6 - Orçamento para a construção dos mini carros tubulares.....	43
Tabela 7 - Estudo de tempo de transporte de um mini tubular para a produção .....	44
Tabela 8 - Balanceamento para a implementação sistema <i>pull</i> nas 4 Mini-Fábricas .....	45
Tabela 9 - Quantidade média de WIP no estado inicial e após a alteração dos carros tubulares .....	46
Tabela 10 – Implicações da implementação de um sistema de leitura de Maincards .....	47
Tabela 11 - Quantidade média de WIP após a alteração dos carros tubulares e após a implementação do sistema de leitura de Maincards.....	47
Tabela 12 - Comparação entre um carro tubular inicial e um carro tubular novo .....	54
Tabela 13 – Redução total do WIP de gáspeas .....	55

# 1 INTRODUÇÃO

## 1.1 MOTIVAÇÃO

No atual contexto industrial, o mercado está cada vez mais competitivo, a concorrência é cada vez maior e os consumidores são cada vez mais exigentes. Atualmente, e ao contrário de outrora, não existem produtos estáveis e mercados seguros. Deste modo os consumidores têm maior poder e exigem, cada vez mais, altos níveis de serviço e maior valor na compra (Womack & Jones, 1996). Para as empresas se manterem competitivas, não basta apenas terem um bom produto ou uma boa tecnologia, têm também de ser capazes de atingir o mais elevado nível de serviço ao cliente, através da entrega de produtos de qualidade, o mais rapidamente possível, e oferecendo variedade de escolha (McCarthy & Rich, 2004).

A filosofia *lean* surge como uma resposta a esta necessidade, uma vez a sua implementação conduz uma organização a reduzir desperdícios através da otimização dos seus processos. Hoje em dia esta filosofia é vista como uma estratégia fundamental para a criação de valor e eliminação de desperdícios em qualquer indústria.

## 1.2 CONTEXTUALIZAÇÃO DO TRABALHO E PRINCIPAIS OBJETIVOS

O presente projeto, desenvolvido em contexto industrial no âmbito da indústria do calçado, na Ecco'let Portugal, tem como propósito melhorar o processo de abastecimento às linhas de produção aplicando os princípios da filosofia *lean*.

Os principais problemas que motivaram a procura de uma solução foram a elevada quantidade de *stock* intermédio, na área de preparação de componentes e na área de produção, bem como a falta de ergonomia do carro utilizado para o abastecimento de componentes.

Assim sendo, o projeto em estudo tem dois objetivos principais. O primeiro consiste na remodelação do sistema de transporte de componentes para as linhas de produção, de forma a tornar este processo mais eficiente e organizado. O segundo diz respeito à redução de *work in process* nas áreas referidas – área de preparação de componentes e de produção.

As propostas a implementar traduzem-se na melhoria do processo de abastecimento, através da eliminação das operações desnecessárias e do aperfeiçoamento das operações chave, trabalhando, assim, em função do fluxo de produção.

### **1.3 METODOLOGIA**

Para alcançar os objetivos definidos inicialmente foi feito um levantamento da situação inicial através do estudo do processo (análise das principais tarefas e dos tempos de processamento) e reunidas as opiniões dos operadores que lidam com a situação em causa (através de questionários, contacto pessoal individualizado, bem como sessões de brainstorming). A situação inicial irá ser documentada, tendo em conta diferentes indicadores que no futuro poderão sofrer melhorias. A quantidade de *stock* na zona de produção, o espaço ocupado pelo *stock* na zona de produção, a ergonomia dos postos de trabalho, serão alguns dos indicadores utilizados neste projeto.

Seguidamente serão apresentadas as sugestões de melhoria do processo de abastecimento, as quais terão de ser avaliadas em termos de custo, tempo, ergonomia e eficiência. Depois de selecionadas as propostas a implementar, estas foram testadas apenas numa das unidades fabris existentes, e posteriormente, após a verificação do sucesso da implementação na fase de teste, as melhorias serão implementadas nas restantes três unidades de produção.

Para finalizar, numa perspetiva de melhoria contínua, recorrer-se-á à implementação da metodologia gestão visual, com o intuito de otimizar as áreas em estudo.

### **1.4 ESTRUTURA DO DOCUMENTO**

O presente relatório encontra-se dividido em 5 capítulos. O primeiro capítulo apresenta a motivação para a realização do projeto, uma breve apresentação dos objetivos e metodologias.

No segundo capítulo serão abordados os conteúdos teóricos que serviram de base para a realização do projeto. Neste capítulo será apresentada a filosofia *lean*, bem como algumas das suas metodologias e ferramentas, sendo também abordado o conceito de ergonomia, o que irá contribuir para uma melhor compreensão do projeto desenvolvido.

A apresentação da empresa, onde foi desenvolvido o estágio, a análise detalhada do processo de abastecimento de componentes, a identificação dos problemas encontrados e as propostas/implementações de melhorias são os tópicos explorados no terceiro capítulo.

O quarto capítulo expõe a análise crítica e discussão dos resultados obtidos, recorrendo a uma comparação entre o estado inicial e o estado após a implementação das melhorias.

No último capítulo é elaborado um resumo sobre o trabalho desenvolvido e são apresentadas as reflexões finais.



## 2 ENQUADRAMENTO TEÓRICO

Ao longo deste capítulo serão apresentados os conceitos teóricos que servem de apoio à compreensão do caso em estudo.

### 2.1 FILOSOFIA *LEAN*

Nos dias de hoje a filosofia *lean* é vista como uma estratégia fundamental para elevar uma empresa ao nível de excelência. Esta filosofia pode conduzir uma organização a reduzir desperdícios e a criar valor.

#### 2.1.1 *LEAN THINKING*



**Figura 1 - Cartoon elucidativo do pensamento *lean*** (Adaptado de Lean Enterprise Institute)

O conceito *lean thinking* surgiu pela primeira vez em 1996 graças a James Womack e Daniel Jones (Pinto, 2009). Para Womack e Jones (1996), *lean thinking* representa um “antídoto para o desperdício”, sendo desperdício o termo utilizado para descrever qualquer atividade que não acrescenta valor. Desde 1996 este conceito tem sido alvo de estudo o que levou ao seu crescimento e à sua implementação em diversas áreas de negócio.

Quando falamos de *lean thinking* é fundamental referir o Sistema de Produção da Toyota, Toyota Production System (TPS), do qual surge a filosofia *lean*.

Segundo Taiichi Ohno (1997), um dos criadores do TPS, o método de produção da Toyota implica a criação de um fluxo no processo de produção, sendo o principal objetivo deste sistema reduzir os seguintes desperdícios:

1. Excesso de produção;
2. Tempos de espera;

3. Transportes e deslocações desnecessárias;
4. Desperdícios do processo;
5. Criação de *stock*;
6. Defeitos;
7. Trabalho desnecessário.

Estes desperdícios são atualmente considerados os 7 desperdícios *lean*.

Taiichi Ohno (1997) afirma que devemos ter em mente os seguintes pontos quando pensamos na eliminação total do desperdício:

1. O aumento da eficiência só faz sentido quando está associado à redução de custos. Para isso, temos que começar a produzir apenas aquilo que necessitamos usando um mínimo de mão-de-obra.
2. A eficiência deve ser melhorada em cada fase do processo e, ao mesmo tempo, em toda fábrica de forma global. É necessário observar a eficiência de cada operador e de cada linha. Seguidamente deve-se observar os operadores como um grupo e a eficiência de toda a fábrica (todas as linhas).

O TPS pode ser representado por uma casa (edifício). Esta analogia pode ser utilizada porque tal como uma casa o TPS tem os seus pilares e várias divisões com determinadas funções que se relacionam intimamente entre si. (Figura 2)



**Figura 2 - A casa TPS** (Fonte: Pinto, 2009)

Os pilares da casa que sustentam toda a estrutura são o *just-in-time* (JIT) e o *jidoka*. O sistema JIT assegura que é produzido apenas o necessário, na quantidade exata, no momento



certo. O *jidoka* é um sistema de controlo de defeitos que permite impedir que estes passem para a seguinte etapa de um processo.

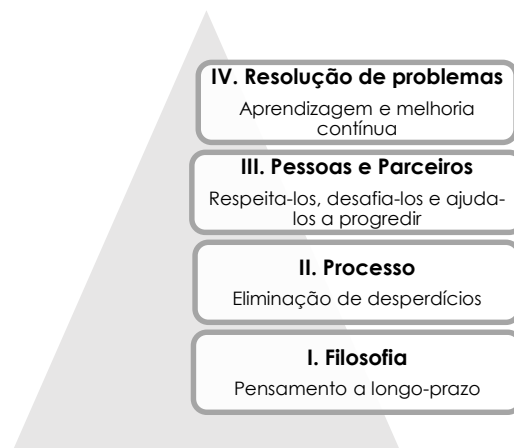
Na base da casa temos o nivelamento da produção, a normalização dos processos, a gestão visual e a filosofia Toyota Way.

Toyota Way é uma filosofia que assenta em 14 princípios organizados em 4 secções (Figura 3). Segundo Liker (2004), Toyota Way foi um sistema concebido para fornecer ferramentas às pessoas que possibilitem uma melhoria contínua do seu trabalho.

Os recursos humanos são um dos recursos chave deste sistema pois têm a possibilidade de contribuir positivamente ou negativamente para o sucesso de um projeto de melhoria contínua.

Deste modo o envolvimento das pessoas é fundamental, devem ser treinadas para reconhecer o desperdício e identificar problemas e a sua causa. Os problemas são mais facilmente identificados e resolvidos no terreno, daí a importância dada, por este sistema, ao *genchi genbutsu*. Este conceito sugere que para realmente perceber um problema é necessário ir ao *gemba*<sup>1</sup>, “lugar onde as verdadeiras ações acontecem” (Imai, 1997), e observar presencialmente o que se passa.

Podemos concluir que o sistema TPS faculta ferramentas de melhoria contínua, aos colaboradores de uma organização, cuja interação pode levar a organização a atingir metas como aumento da qualidade, redução de custos de produção, redução de tempos de produção, aumento da segurança. Como afirma Liker (2004), “cada elemento da casa por si só é crítico, mas o mais importante é a forma como os elementos se reforçam mutuamente”.



**Figura 3 - Secções da filosofia Toyota Way**  
(Adaptado de Jeffrey K. Liker, 2004)

---

<sup>1</sup> “*Gemba*” é um conceito japonês que se refere ao local de trabalho.

### 2.1.1.1 CONCEITOS *LEAN*

No contexto da filosofia *lean* é essencial perceber claramente os conceitos de valor e desperdício.

#### **VALOR**

Pela perspectiva do consumidor, valor não é só aquilo que recebe em troca de uma quantia monetária, mas também "tudo aquilo que justifica a atenção, o tempo e o esforço que dedicamos a algo" (Pinto, 2009).

Sendo que uma empresa depende essencialmente dos seus consumidores, o objetivo de qualquer organização é criar valor. Para este objetivo ser alcançado deve estar na mente de todos os colaboradores da organização.

É preciso também ter em conta que o valor não é esperado apenas pelos consumidores. Os fornecedores, os colaboradores da organização, os acionistas, entre outros, também pretendem receber valor por parte da organização. Este valor é o que motiva os *stakeholders* a darem o seu melhor pelo sucesso da empresa.

#### **DESPERDÍCIO**

Desperdício é como são chamadas todas as atividades realizadas que não acrescentam valor ao produto. Estas atividades são também chamadas de "*muda*". É fundamental eliminar estas atividades, pois têm custos agregados, e uma vez que não acrescentam valor perceptível pelo cliente, este não estará disposto a pagar por essas atividades. Os consumidores procuram sempre conseguir o mesmo produto, com as mesmas características e qualidade pelo custo mais baixo. Assim sendo a organização deve lutar para reduzir os custos de produção do produto, mantendo o mesmo nível de qualidade.

Segundo Pinto (2009), podemos classificar os desperdícios de duas formas:

1. Desperdício puro: Atividades totalmente desnecessárias, isto é, atividades que não são minimamente necessárias para a fabricação de um produto. Um exemplo destas atividades são reuniões onde nada se decide, pausas demasiado longas para o café, entre outras. É possível este desperdício ser eliminado e as empresas devem fazer disso uma obrigação.
2. Desperdício necessário: Atividades que têm de ser realizadas embora não acrescentem valor. Este desperdício não pode ser completamente eliminado, mas

as empresas devem fazer tudo o que está ao seu alcance para reduzi-lo o máximo possível.

No entanto o autor refere que o desperdício se pode manifestar de várias formas, mas o resultado é sempre o mesmo: "mais tempo e mais custo sem benefícios".

Numa abordagem mais intrusiva, existem técnicas e ferramentas que nos permitem identificar e caracterizar os desperdícios de uma organização. Vamos utilizar a classificação dos 7 Desperdícios de Taiichi Ohno já referida anteriormente.

Os 7 desperdícios:

### **1. Sobreprodução**

Excesso de produção é dos piores desperdícios que pode existir numa fábrica. Este desperdício implica a produção de produtos não requeridos por um cliente, o que significa que se vão criar *stock*, e ter custos de produção desnecessários.

### **2. Tempos de espera**

Este desperdício é de fácil identificação. Consiste no tempo em que os recursos (pessoas ou equipamentos) têm de esperar para trabalhar/produzir.

Os tempos de espera podem ser causados por vários motivos como por exemplo uma avaria, ou pelo desnivelamento das operações.

Para combater estes problemas é preciso trabalhar no processo de forma a balancear da melhor maneira os recursos e as operações.

### **3. Transporte**

Este desperdício refere-se a qualquer tipo de deslocação de materiais de um sítio para outro. Isto é um desperdício para a fábrica porque o transporte não cria valor para o cliente.

Caso o transporte seja realmente necessário, ou seja, não exista a possibilidade de alterar o *layout*, devem tomar-se algumas medidas que melhorem este processo. Um exemplo de uma medida seria tornar a operação mais fluída, optando por um sistema *pull*.

### **4. Desperdícios de processo**

Os desperdícios de processo são as atividades realizadas mas que não são necessárias. Isto resulta da falta de método de produção. Para reduzir estes desperdícios, os

processos devem ser bem definidos, sem atividades desnecessárias, e uniformizados em toda a fábrica.

### **5. Criação de stock**

Os *stocks* representam um grande problema para uma fábrica: são materiais retidos por tempo indeterminado que ocupam espaço.

Os *stocks* podem ser causados por:

- Existência de recursos gargalo;
- Antecipação da produção;
- Problemas de qualidade;
- Tempos de processamento diferentes, em distintos postos de trabalho.

Uma maneira simples de eliminar/reduzir *stocks* passa por:

- Nivelar a produção fazer o balanceamento dos recursos;
- Optar por um sistema *pull*;
- Definir um processo de mudança de ferramentas mais rápido.

### **6. Trabalho desnecessário**

Os movimentos realizados por um operador que não são necessários para cumprir uma tarefa são trabalho desnecessário.

As causas mais comuns deste problema são:

- Um *layout* incorreto do posto de trabalho;
- Falta de motivação dos operadores;
- Falta de conhecimento dos operadores do procedimento correto.

Para eliminar o trabalho desnecessário deve apostar-se na formação e motivação dos operadores e se necessário alterar o posto de trabalho.

### **7. Defeitos**

Os defeitos podem implicar retrabalho ou, numa situação mais extrema, podem implicar a perda da matéria-prima, resultando em qualquer um dos casos em custos para a organização, podendo até causar maiores danos com impacto nos clientes.

Deste modo é preciso trabalhar para garantir que os defeitos sejam improváveis de acontecer, tendo, para tal, de promover a criação de vários pontos de controlo de qualidade ao longo do processo produtivo.

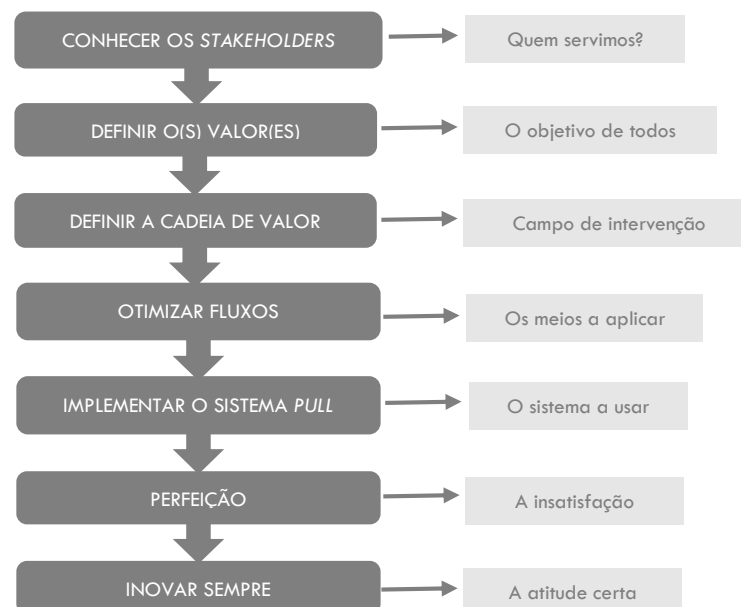
Refira-se que, para se reduzir o número de defeitos não basta encontra-los, é preciso descobrir a causa do problema e resolvê-lo.

### 2.1.1.2 PRINCÍPIOS *LEAN*

Para Womack e Jones (1996) existem cinco princípios que definem filosofia *lean*:

- 1) Criar valor;
- 2) Definir a cadeia de valor;
- 3) Otimizar o fluxo;
- 4) O sistema *pull*;
- 5) Perfeição.

Estes princípios podem e devem ser seguidos por uma organização que procure implementar a filosofia *lean*. Contudo, com a evolução da filosofia, surgiram algumas dúvidas quanto à infalibilidade dos mesmos. Para acabar com as limitações, os princípios foram revistos o que levou à inclusão de mais dois princípios (Pinto, 2009): Conhecer os *stakeholders* e Inovar sempre. (Figura 4)



**Figura 4 - Princípios *lean* revisados (Adaptado de Pinto, 2009)**

Em suma, "*lean thinking* é um modelo de liderança e de gestão auto-evolutivo que continuamente se melhora, encorajando as pessoas a pensar e a resolver problemas, criando valor" (Pinto, 2009).

## **2.1.2 ALGUMAS METODOLOGIAS E FERRAMENTAS *LEAN***

Para reduzir os desperdícios e maximizar o valor, a filosofia *lean*, recorre a metodologias e ferramentas que levam a organização a atingir esses objetivos.

Existem variadas metodologias e ferramentas *lean* mas serão abordadas apenas as mais relevantes no contexto do projeto em desenvolvimento.

### **2.1.2.1 SISTEMA *PUSH* E *PULL***

*Push* e *pull* são dois sistemas de planeamento e produção distintos e existem diversos autores a definir estes conceitos segundo as suas experiências práticas e simulações.

Traduzindo para a língua portuguesa, "*pull*" significa "puxar". Num processo produtivo baseado neste sistema, os componentes são sempre "puxados" pelo próximo posto, isto é, os materiais só passam para a próxima estação quando houver essa necessidade (Villa & Watanabe, 1993). O termo "*push*" traduz-se para "empurrar". No sistema *push* os componentes são "empurrados" para a produção mais rapidamente do que a saída do produto acabado, o que leva a um aumento do *work in process* (Kenworthy & Little, 1995). Goddard e Brooks (1984) explicam de forma simplificada que o sistema *push* atua em antecipação de uma necessidade e o sistema *pull* atua quando é feito um pedido.

Villa e Watanabe (1993) definem o sistema *pull* como um método que tem o objetivo de assegurar uma produção *lean*, que flua sem desperdícios. Para o sistema *pull* ser bem-sucedido o material em processamento deve fluir em pequenos lotes (Sundar, Balaji, & Kumar, 2014). Neste sistema as operações são preferencialmente realizadas *just-in-time* – produzindo apenas a quantidade necessária, no momento certo. O sistema *kanban* é muitas vezes utilizado neste sistema.

No entanto, muitas vezes são utilizados os dois sistemas em simultâneo (Bonney, Zhang, Head, Tien, & Barson, 1999). Bonney et al. (1999) dão o exemplo do sistema de produção da Toyota no qual "recorre a fluxos de informação *push* para o veículo e fluxos de informação *pull* com base em *kanbans* para assegurar a disponibilidade de outros componentes na pista de montagem".

### **2.1.2.2 GESTÃO VISUAL**

A gestão visual é uma ferramenta utilizada para "apoiar o aumento da eficiência e eficácia das operações, tornando as coisas visíveis, lógicas e intuitivas" (Pinto, 2009), através da implementação de sinalizações que atraiam a atenção dos operadores.

Esta ferramenta pode resultar numa diminuição dos erros e do tempo de reação por parte dos colaboradores. Segundo Parry e Turner (2006) "o uso de uma comunicação visual eficiente ajuda os trabalhadores a eliminar desperdícios significativos nas suas tarefas diárias incentivando a implementação da filosofia *lean* nas empresas".

Está comprovado que o ser humano reage maioritariamente a estímulos visuais. A ciência afirma que a informação que capta através da visão é superior a 80%. A visão é o sentido que conduz mais rapidamente a informação até o cérebro. Deste modo, a utilização de cores e imagens facilitam a percepção e retenção da informação.

A gestão visual é implementada no *gemba* e deve permitir que todos os colaboradores da organização possam ver e compreender, da mesma maneira, a informação disponibilizada.

Esta ferramenta é de fácil implementação e pode ser implementada através de cartões *kanban*, marcações no chão ou nas paredes, sinais de stop, códigos de cores, entre outros.

## **2.2 ALGUNS CONCEITOS RELACIONADOS COM ERGONOMIA NO TRABALHO**

"Ergonomia (ou fatores humanos) é a disciplina científica relacionada com a compreensão das interações entre seres humanos e outros elementos de um sistema" (International Ergonomics Association). Esta ciência tem como objetivo otimizar o bem-estar do ser humano, diminuindo o risco de fadiga e de acidentes, otimizando, consequentemente, o desempenho global da organização.

Segundo Walder et al. a ergonomia tem um papel muito importante na implementação de uma cultura *lean*, pois contribui para o aumento da produtividade e eliminação de desperdícios. (Walder, Karlin, & Kerk, 2007)

A ergonomia não promove apenas o estudo de fatores físicos, promove também o estudo de fatores cognitivos, sociais, organizacionais, ambientais, entre outros. Deste modo, a International Ergonomics Association, divide o estudo da ergonomia em 3 domínios distintos:

- Ergonomia Física – Refere-se à relação entre as características físicas do ser humano com as características físicas requeridas pelas operações que executam.

(Exemplos: Postura de trabalho; Manuseamento de materiais e equipamentos; Movimentos repetitivos; *Layout* do local de trabalho.)

- Ergonomia Cognitiva – Refere-se a processos mentais, tais como a percepção, memória e raciocínio, que afetam as interações entre seres humanos e outros elementos de um sistema.

(Exemplos: Carga mental de trabalho; Tomadas de decisão; desempenho de habilidades, interação humano-computador, confiabilidade humana.)

- Ergonomia Organizacional – Refere-se à otimização das estruturas organizacionais, políticas e processos de uma organização.

(Exemplos: Comunicação; Gestão dos recursos humanos; Trabalho em equipa; Novos paradigmas do trabalho; Gestão da qualidade.)

Atualmente ainda existem muitas pessoas que sofrem devido às suas condições de trabalho considerando as suas necessidades, habilidades e limitações. Esta situação afeta a segurança e bem-estar de um indivíduo, bem como, a sua contribuição para a organização. No entanto, cada vez mais, é dada a devida importância a esta ciência.

De acordo com o projeto em desenvolvimento, serão tomadas medidas que visem melhorar a ergonomia física do processo para assegurar a saúde física dos operadores envolvidos, aumentando consequentemente o seu nível de motivação.



## **3 CASO DE ESTUDO**

O projeto foi desenvolvido na Ecco'let Portugal, fábrica pertencente ao grupo dinamarquês de calçado ECCO, e teve como principais objetivos o aumento da eficiência no processo de abastecimento de componentes às linhas de produção e a redução do *work in process*.

Para melhor contextualizar o âmbito do projeto e justificar o motivo da sua realização será feita, neste capítulo, uma breve apresentação da empresa onde foi desenvolvido o projeto, uma descrição do seu processo produtivo, dos problemas encontrados e das sugestões de melhoria apresentadas e implementadas para atingir os objetivos propostos.

### **3.1 A EMPRESA**

#### **3.1.1 O GRUPO ECCO**

A ECCO foi fundada em 1963 por Karl Toosbuy em Bredebro, município localizado no sul da Dinamarca. Iniciou a sua atividade com a produção de calçado, e mais tarde lançou-se também na produção de peles e acessórios.

A filosofia da ECCO consiste em produzir sapatos que se adaptem ao pé e não o contrário, sendo a sua prioridade o conforto do cliente. A qualidade e a inovação tecnológica são os principais fatores do seu sucesso.

A ECCO é a única grande empresa do ramo responsável por todos os passos do processo de produção de um sapato, desde o tratamento das peles ao retalho. Deste modo obtêm um maior controlo de todo o processo e mais facilmente conseguem atingir o nível elevado de qualidade pretendido.

A pele é um componente fundamental na maioria dos sapatos ECCO. Desde 1985, a ECCO tornou-se um dos maiores produtores mundiais de pele de qualidade. A ECCO possui fábricas de peles na Holanda, Tailândia, Indonésia e China, abastecendo as suas próprias fábricas de calçado assim como outras marcas de luxo, estando entre os principais fabricantes de pele para as indústrias de moda, desporto e automóvel.

Cerca de 80% dos sapatos ECCO são produzidos em fábricas próprias, a restante produção é realizada sob licença em vários países, incluindo Indonésia, China e Índia.

A produção de um sapato ECCO divide-se em duas etapas principais, a produção da gáspea (processo que envolve muita costura) e a montagem do sapato (processo que

envolve a injeção da sola na gáspea). A ECCO contém apenas 3 unidades que aliam as duas etapas principais na mesma unidade, localizadas na China, Tailândia e Indonésia. Contém mais duas unidades que unicamente realizam a montagem do sapato, em Portugal e na Eslováquia.

Os artigos ECCO são vendidos em mais de 90 países, através de 1100 lojas monomarca, retalhistas independentes e vendas *online*, e os seus principais mercados de exportação são os Estados Unidos da América, o Japão, a China e a Rússia. A ECCO projeta uma imagem de marca de um segmento superior de conforto e estilo, o que torna o preço de venda ao público um pouco acima da média para o mercado de massas.

Atualmente conta com os segmentos de calçado de Mulher, Homem, Criança, Desporto e Golf.

### **3.1.2 ECCO'LET PORTUGAL**

A Ecco'let está presente em Portugal desde 1984, tendo sido a primeira unidade internacional do grupo. Em 2009 devido à situação económica global foi obrigada a encerrar a unidade de produção, mantendo no entanto o centro de Investigação e Desenvolvimento (R&D) ativo.

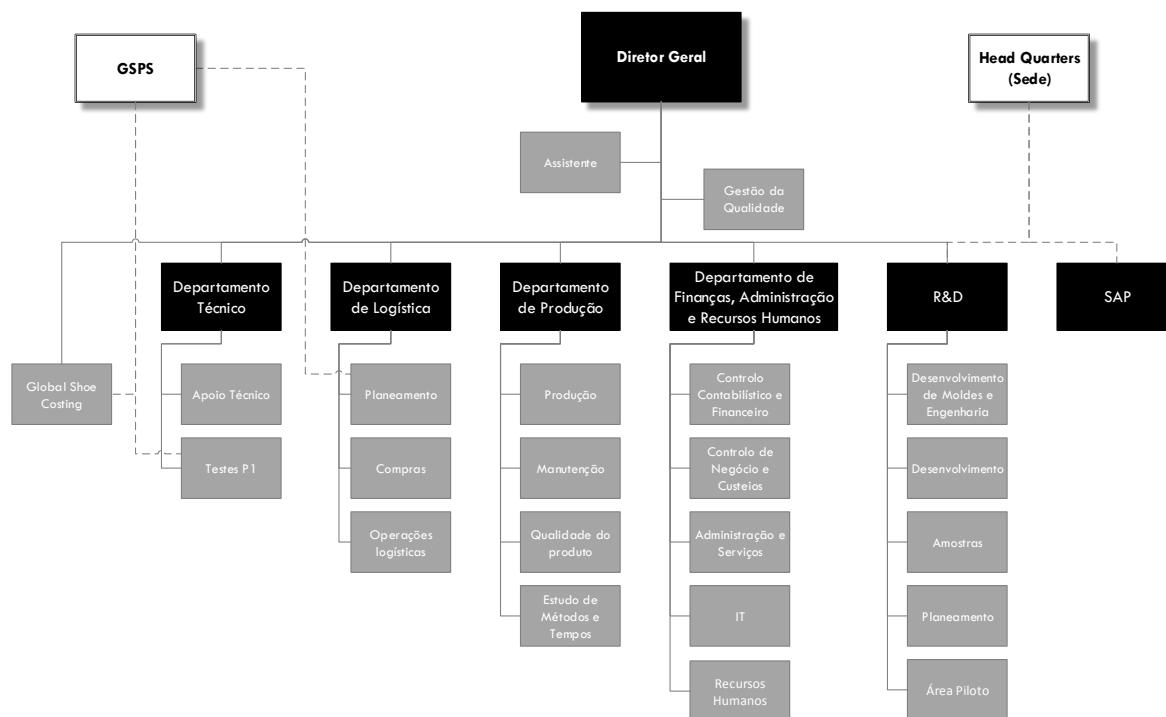
Como consequência da catástrofe natural ocorrida na Tailândia em 2013, as cheias que afetaram as instalações do grupo no país, a ECCO decidiu reabrir as unidades de produção em Portugal.

A Ecco'let tem apenas uma fábrica em Portugal, localizada em Santa Maria da Feira, Aveiro. As suas instalações foram remodeladas em 2013, quando decidiram retomar a produção.

Atualmente é responsável pelo R&D de todo o grupo ECCO e tem quatro unidades de produção. As unidades de produção são intituladas de Mini-Fábricas. Cada Mini-Fábrica possui uma máquina de injeção de solas, uma área de preparação de matérias-primas, uma linha de produção, duas linhas de acabamento e uma linha de apoio ao acabamento (utilizada apenas para alguns artigos).

### **ESTRUTURA DA EMPRESA**

A Ecco'let Portugal conta, hoje em dia, com quase 1200 colaboradores distribuídos pelos departamentos apresentados no organograma da figura 5.



**Figura 5 - Organograma da estrutura da empresa**

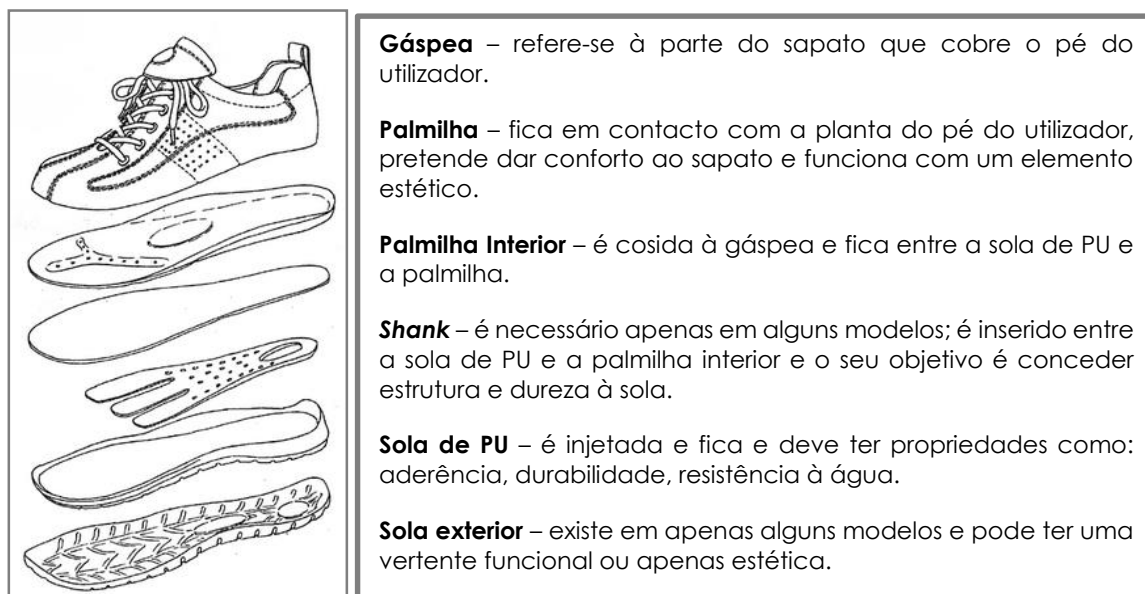
No organograma aparecem duas entidades que não pertencem à Ecco'let Portugal (GPSP e Head Quarters) mas estão diretamente envolvidas em alguns processos.

O Group Shoe Production & Sourcing (GSPS) é um sector do grupo ECCO que controla algumas áreas em todas as unidades. O GSPS é responsável pela atribuição de um planeamento a cada unidade incluindo o prazo de entrega. Cada unidade tem de verificar e confirmar se tem capacidade para cumprir o plano atribuído.

O projeto foi desenvolvido no departamento de produção, no âmbito da área de Estudo de Métodos e Tempos.

### PROCESSO PRODUTIVO

Um sapato é composto por diferentes componentes (figura 6), produzidos individualmente, que vão sendo trabalhados e incorporados ao longo de um processo de produção para a obtenção do produto final.



**Figura 6 - Componentes de um sapato** (Fonte: ECCO Internal Illustration)

O grupo ECCO distingue-se dos seus concorrentes no processo de fabrico dos seus sapatos por utilizar o método de Injeção Direta na produção das suas solas, sendo pioneira na utilização deste método altamente especializado. No método de Injeção Direta o Poliuretano (PU) líquido é injetado para um molde onde é colocada a gáspea, ficando a sola perfeitamente moldada à gáspea. A precisão da máquina de injeção assegura uma qualidade uniformizada em todos os sapatos, trazendo alguns benefícios ao sapato, como:

- Mais eficiência e resistência na união da gáspea à sola. Os métodos que utilizam cola ou costura danificam-se com facilidade;
- Maior impermeabilização do sapato;
- Maior leveza e flexibilidade do sapato, o que transmite ao utilizador uma sensação instantânea de conforto.

Deste modo o processo de injeção tem um grande impacto e importância na produção dos sapatos ECCO.

A Injeção Direta é realizada numa máquina constituída por 30 estações em que cada duas estações representam um par de sapatos, o que perfaz uma capacidade para 15 pares. Os moldes variam consoante os artigos e os tamanhos. Para alterar o artigo a produzir numa estação é necessário realizar-se uma troca de moldes o que provoca algumas perdas. Sempre que é trocado um molde são necessárias algumas rotações em que não serão injetados sapatos, uma vez que é necessário aquecer o molde e reconfigurar a máquina para corresponder às características da sola do novo artigo a injetar.

Como referido previamente a unidade de produção Portuguesa é responsável apenas pela segunda fase do processo, a montagem do sapato que inclui a injeção das solas.

À unidade de produção de Portugal chegam as gáspeas fabricadas noutras unidades ou adquiridas a produtores externos. Os restantes componentes, à exceção da sola de PU, são comprados a fornecedores externos especializados.

As gáspeas chegam ao armazém em caixas de cartão, agrupadas segundo as ordens de produção definidas pelo GSPS. Cada ordem corresponde apenas a um artigo, contendo vários pares de cada tamanho. Geralmente é constituída por 504 pares.

Depois de chegarem ao armazém, os componentes passam por um controlo de qualidade. No caso das gáspeas, são avaliados 10% de cada ordem e se nesses 10% não forem encontrados problemas estas são armazenadas. Caso tal não se verifique é obrigatória a avaliação da totalidade da ordem.

O planeamento de produção interna da Ecco'let Portugal é da responsabilidade do departamento de logística e do Planeador, que em conjunto definem o Plano de 5 Semanas e o Plano Semanal. Estes planos indicam quais as ordens a ser produzidas semanalmente e têm de ter em conta a capacidade dos recursos disponíveis e os prazos de entrega definidos pelo GSPS.

Também é elaborado um Plano Diário pelo Planeador, sendo ele o responsável pela sua entrega e controlo. Este plano é entregue aos operadores responsáveis pelo preenchimento dos carros tubulares, carros utilizados para o abastecimento das gáspeas, palmilhas e *shanks* à produção.

Estes operadores são responsáveis por uma tarefa chave do processo, o preenchimento do Plano de Voltas. Este plano é um documento de preenchimento manual que indica quais os artigos que irão ser produzidos em cada estação de cada máquina de injeção. Na elaboração do Plano de Voltas é essencial ter em conta que a prioridade é fechar ordens evitando mudanças de molde desnecessárias.

Uma ordem é considerada aberta quando as gáspeas são enviadas do armazém para a zona de preenchimento dos carros tubulares, tendo os operadores do armazém que registar a sua saída. Este registo é automaticamente emitido para o SAP. O fecho da ordem ocorre quando todos os pares de sapatos de uma ordem saem do acabamento e estão prontos para serem exportados, isto é, quando são lidas todas as Maincards que completam uma ordem.

Cada par de sapatos possui uma Maincard correspondente. Como podemos observar na figura 7, uma Maincard consiste num documento que contém as seguintes informações relevantes:

- Nome do artigo;
- Tamanho do artigo;
- Quantidade de pares a que corresponde a Maincard;
- Número da ordem;
- Códigos de barras que permitem a identificação do artigo, ordem e tamanho no sistema.



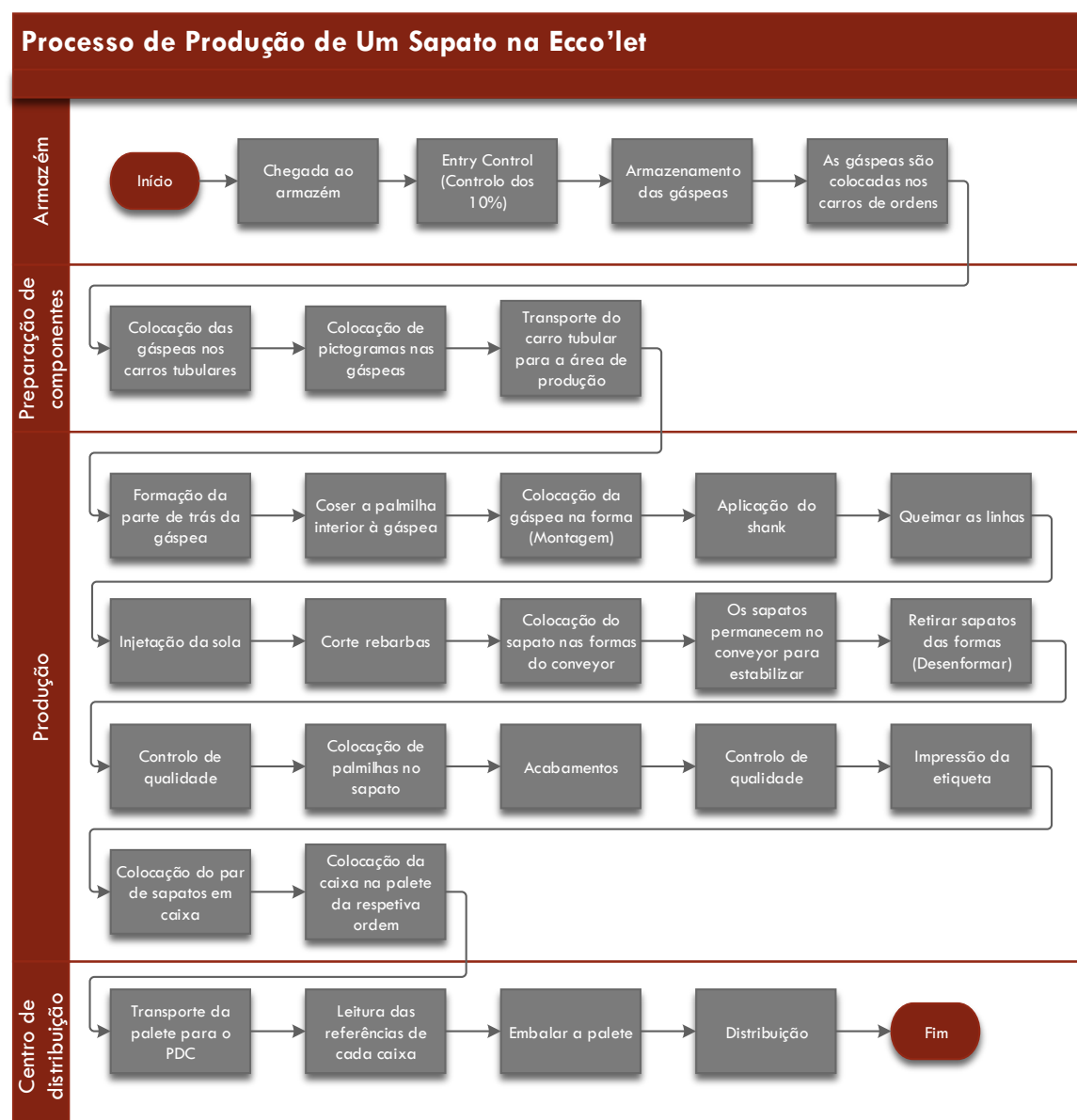
**Figura 7 - Maincard**

Sempre que um par de sapatos chega ao posto de inspeção final de acabamento é lido o código de barras da Maincard do artigo. Essa leitura permite a impressão da etiqueta que irá ser colada na caixa do par de sapatos. No exemplo da Maincard da figura 7, a leitura pode ser realizada seis vezes pois esta Maincard corresponde a 6 pares do tamanho 40 do artigo Chander. Uma Maincard pode corresponder no máximo a seis pares do mesmo tamanho, artigo e ordem, porque também as gáspeas vêm embaladas em sacos de plástico, no máximo, com 6 pares do mesmo tamanho, artigo e ordem (figura 8).



**Figura 8 - Embalagem de gáspeas**

Desde que chegam ao armazém as gáspeas passam por várias etapas até se transformarem no produto final. No fluxograma apresentado na figura 9 podemos observar o panorama geral do processo de produção implementado na Ecco'let.



**Figura 9 - Fluxograma de produção de um sapato na Ecco'let Portugal**

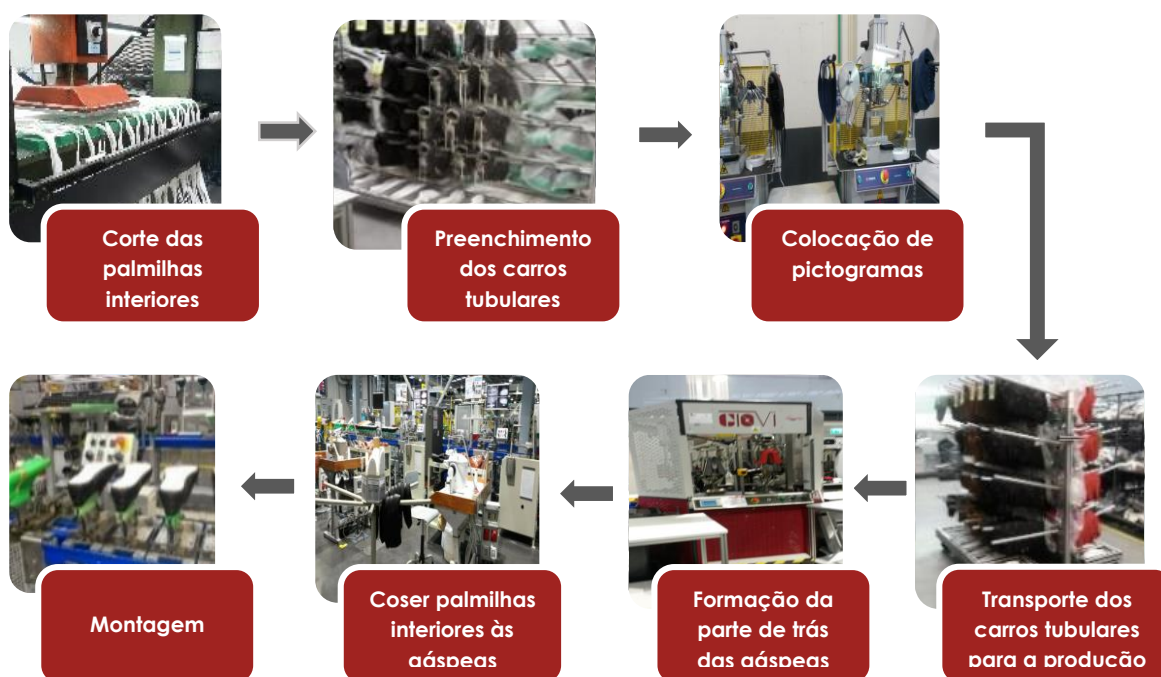
A produção está ativa 24 horas por dia, contendo três turnos (das 6h00 às 14h00, das 14h00 às 22h00 e das 22h00 às 6h00). A semana produtiva começa à segunda-feira pelas 6h00 e termina Sábado à mesma hora. Cada turno trabalha 7h30min, considerando que têm 2 intervalos, de 10 e 20 minutos.

### 3.2 DESCRIÇÃO DO CENÁRIO INICIAL

O projeto desenvolvido teve como objetivo aumentar a eficiência do abastecimento de alguns componentes às linhas de produção. Deste modo foram estudadas as etapas que precedem a entrada do produto não acabado na máquina de injeção.

### 3.2.1 PRINCIPAIS ETAPAS PRÉ-INJEÇÃO

A máquina de injeção marca o ritmo de produção de cada Mini-Fábrica, sendo que, para manter níveis máximos de eficiência, a máquina não deve parar. Deste modo todos os colaboradores cujos postos de trabalho precedem a operação de injeção trabalham com o objetivo de fornecer à máquina os componentes necessários. Estes passam por 7 etapas principais, desde a saída do armazém, até o produto não acabado estar pronto para entrar na máquina de injeção (figura 10).



**Figura 10 - Etapas pré-injeção**

#### **CORTE DAS PALMILHAS INTERIORES:**

As palmilhas interiores servem de ligação entre a gáspea e a sola de PU. O material de que são feitas estas palmilhas chega à fábrica em rolos. Estes rolos são colocados em suportes de apoio ao balancé, a máquina de corte das palmilhas interiores. Existem 2 balancés e cada um conta com um operador por turno. Os operadores deste posto de trabalho recebem o Plano Semanal e guiam-se por esse plano para saber quais as ordens para as quais terão de cortar as palmilhas interiores.

Estas palmilhas diferem de artigo para artigo e de tamanho para tamanho, o que faz com que seja necessário trocar o molde de corte várias vezes. Estes moldes cortam três pares de palmilhas interiores de cada vez.



À medida a que vão cortando as palmilhas, os operadores vão fazendo amontoados de seis pares presos por um elástico com indicação do tamanho a que correspondem. Depois de cortadas todas as palmilhas necessárias para a produção de uma ordem, são colocadas num caixote com a devida identificação.

Os operadores responsáveis pelo corte das palmilhas não têm o seu tempo ocupado na totalidade por esta tarefa. Assim, quando têm o seu trabalho adiantado, dedicam-se ao corte de espumas e outros materiais que sejam necessários para a produção.



**Figura 11 – Balancé; Palmilhas interiores; Caixote onde são colocadas as palmilhas**

#### **PREENCHIMENTO DOS CARROS TUBULARES:**

O transporte de matérias-primas para a zona de produção utiliza um carro tubular com capacidade para 360 pares, dividido por estações (correspondentes às estações das máquinas de injeção), cada uma com 24 gáspeas (figura 12). Existem 4 carros tubulares por Mini-Fábrica.



**Figura 12 – Carros tubulares**

Existem 8 operadores por turno responsáveis por esta etapa, 2 para cada Mini-Fábrica, sendo o tempo de preenchimento de um tubular aproximadamente 2 horas.

Aos operadores deste posto, é-lhes entregue um Plano Semanal que contém as ordens que vão ser produzidas na próxima semana. Adicionalmente recebem um Plano Diário com as ordens que podem abrir nesse dia e a partir dessa informação elaboram o Plano de Voltas.

Caso seja necessária a abertura de uma nova ordem para preencher um carro tubular, têm de informar os operadores do armazém sobre a ordem a abrir. Os operadores do armazém preparam a ordem, isto é, desempacotam as gáspeas e palmilhas e colocam-nas no carro de ordem, de seguida transportam este carro para a área de preenchimento dos carros tubulares.

#### **COLOCAÇÃO DOS PICTOGRAMAS:**

Em cada gáspea é colocado um pictograma que contém informações sobre o material utilizado no sapato. Existem diferentes tipos de pictogramas para diferentes artigos. Existem quatro operadores por turno neste posto, e timbram as gáspeas para as quatro Mini-Fábricas.



**Figura 13 - Exemplo de um pictograma timbrado numa gáspea**

#### **TRANSPORTE DOS CARROS TUBULARES PARA A ZONA DE PRODUÇÃO:**

O transporte dos tubulares para a zona de produção é executado também pelos operadores responsáveis pelo preenchimento dos carros tubulares.

Na área de produção de cada Mini-Fábrica podem estar no máximo 2 carros tubulares, o que significa que sempre que um carro tubular cheio é entregue, é necessário transportar um outro vazio para a zona de preparação de componentes. Nesta troca de carros tubulares têm de se realizar alguns ajustes, isto é, por vezes algumas estações sofrem atrasos por motivos incontrolláveis, como por exemplo uma re-injeção ou uma paragem na máquina, o que faz com que o número de gáspeas em fila de espera seja diferente de estação para estação. Assim sendo, na troca de carros terão de ser levados alguns pares

de gáspeas para trás com o objetivo de tentar equilibrar o número de pares em espera em cada estação. Esses pares voltarão posteriormente para a zona de produção noutra carro tubular.

O tempo de consumo dos componentes de um carro tubular, 360 pares, pela máquina, é aproximadamente 2 horas, o que implica o preenchimento e transporte de 4 carros tubulares por turno, por máquina. Cada viagem demora aproximadamente 5 minutos tendo em conta o tempo perdido com os acertos na zona de produção. Isto traduz-se em 20 minutos de deslocações por turno.

#### **FORMAÇÃO DA PARTE DE TRÁS DA GÁSPEA:**

A formação da parte de trás das gáspeas realiza-se na área de produção. Este processo consiste na colocação da gáspea em formas que são submetidas a temperaturas elevadas para dar o formato pretendido à parte de trás da gáspea e, posteriormente a temperaturas baixas para estabilizar a forma obtida. Este processo conta com 2 operadores por Mini-Fábrica, por turno.

Depois deste procedimento as gáspeas são transferidas para um suporte giratório, que vai abastecer o posto seguinte, onde é cosida a palmilha interior. Existem 3 suportes giratórios por cada Mini-Fábrica, cada um correspondente a 10 estações, o que perfaz as 30 estações da máquina de injeção.



**Figura 14 - Máquina de formar a parte de trás da gáspea**

#### **COSER AS PALMILHAS INTERIORES:**

A tarefa de coser a palmilha interior à gáspea é realizada por 3 operadores por Mini-Fábrica, por turno. Cada operador é responsável por abastecer 10 estações que se dividem da seguinte forma:



**Figura 15 - Estações correspondentes a cada um dos três postos de coser as palmilhas interiores**

Os operadores deste posto começam por retirar um par de gáspeas e de palmilhas interiores do suporte giratório, de seguida cosem a palmilha interior à gáspea, colocando posteriormente o par de gáspeas nas prateleiras que abastecem o próximo posto de trabalho, a montagem.

#### **COLOCAÇÃO DAS GÁSPEAS NAS FORMAS:**

Esta operação consiste em inserir as gáspeas em formas encaixadas num transportador que as conduz para máquina de injeção. É nestas formas que as gáspeas são submetidas à injeção da sola. Os operadores responsáveis por esta tarefa têm também de colocar o *shank* nos artigos que necessitam desse componente. Existem 3 operadores por turno, por Mini-Fábrica a realizar esta tarefa, sendo cada um responsável por 10 estações.

### **3.2.2 PERFORMANCE INICIAL**

A performance foi calculada para a capacidade máxima de produção da unidade, 1300 pares por turno, usando como referência os Standard Minutes per Pair (SM's/pair), isto é, o tempo necessário para efetuar uma operação de um determinado posto, por cada par de sapatos.

A partir do tempo de produção disponível (450 minutos por turno) e da capacidade de produção é possível calcular o *takt time*:

$$Takt\ Time = \frac{450}{1300} = 0,346\ min$$

O *takt time* é o tempo disponível para satisfazer a procura, isto é, marca o ritmo ao qual deve ser fabricado um produto.

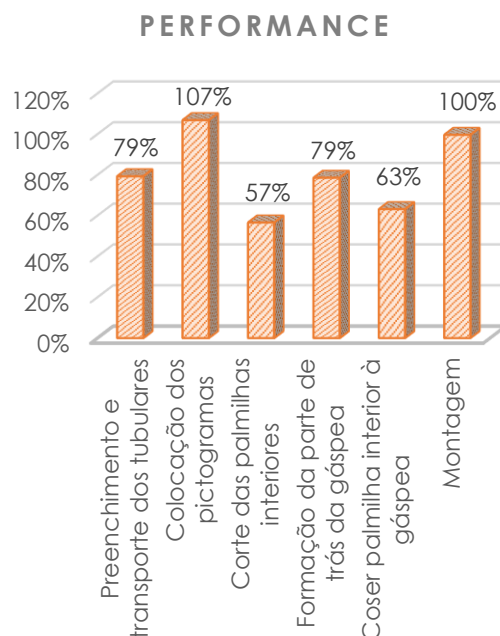
Sabendo o número de operadores existentes por cada operação, consegue-se efetuar o cálculo de performance para as 4 máquinas:

$$Performance = \frac{SM's/pair \times 4}{takt\ time \times n.^{\circ} de operadores} \times 100\%$$

Os 7 postos de trabalho de pré-injeção agregam, 46 operadores por turno, para as 4 Mini-Fábricas. Na tabela 1 podemos observar a quantidade de operadores por posto assim como performance média de cada posto.

Tarefas	Operadores	Performance
Preenchimento e transporte dos tubulares	8	79,31%
Colocação dos pictogramas	4	106,89%
Corte das palmilhas interiores	2	56,62%
Formação da parte de trás da gáspea	8	78,58%
Coser palmilha interior à gáspea	12	63,17%
Montagem	12	110,74%

**Tabela 1 – Número de operadores, por posto, por turno e performance inicial**



**Figura 16 - Performance inicial**

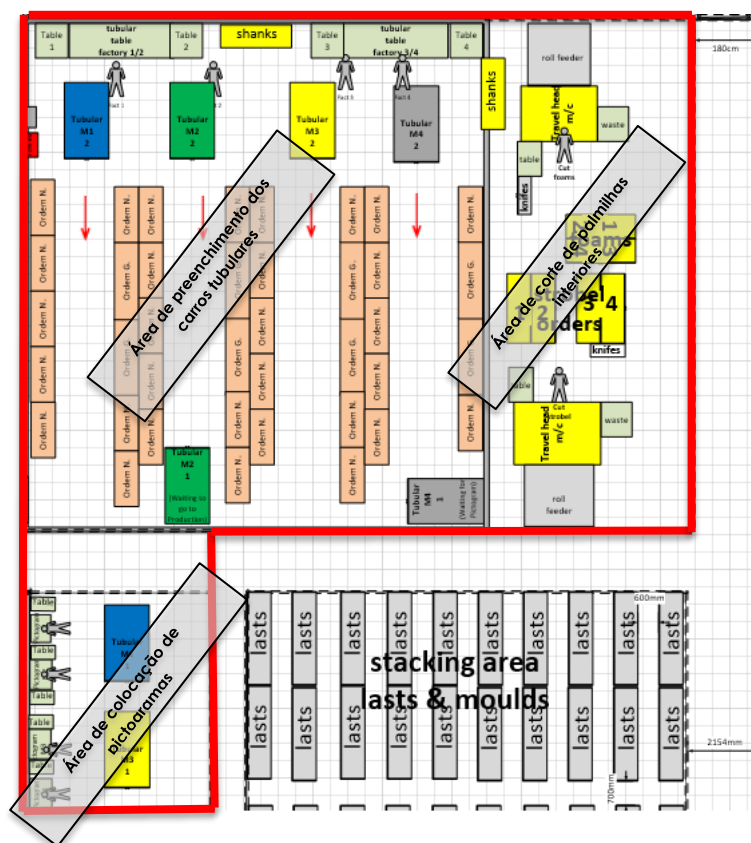
### 3.2.3 PROBLEMAS OBSERVADOS E NECESSIDADES IDENTIFICADAS

#### – NECESSIDADE DE REDESENHAR OS CARROS TUBULARES

Foram identificados 2 problemas principais com os carros tubulares. O primeiro relaciona-se com o seu transporte desde a área de preparação de componentes até à área de produção. O peso e a dimensão destes carros torna-os difíceis de manobrar, mesmo por 2 operadores. O segundo problema prende-se com a má visibilidade e grande ocupação do espaço, que os 2 carros tubulares provocam quando estão na zona de produção.

#### – NECESSIDADE DE LIBERTAR ESPAÇO E REORGANIZAR O LAYOUT

O layout da figura 17 mostra a situação inicial na área de preparação de componentes.



**Figura 17 - Layout inicial da área de preparação de componentes**

O problema emana da vontade da administração da empresa de reutilizar o espaço dedicado à colocação de pictogramas para outros fins.

#### – NECESSIDADE DE ANALISAR O PLANO DE VOLTAS

Como referido previamente, o Plano de Voltas consiste na definição dos pares de sapatos a serem produzidos em cada estação de cada máquina de injeção. Como referido, este plano é efetuado pelos operadores responsáveis pelo preenchimento dos carros tubulares tendo como base o Plano Diário realizado pelo Planeador e alguns requisitos e prioridades.

Esta tarefa requer tempo dos operadores e provoca, por vezes, conflitos entre os operadores de turnos consecutivos, situação que ocorre devido à falta de uma hierarquização absoluta de prioridades. Assim cada operador acaba por introduzir um cunho pessoal na realização do Plano de Voltas, que pode não ser bem aceite por um operador seguinte que organiza as suas prioridades de forma diferente.

#### – NECESSIDADE DE REDUZIR O WORK IN PROCESS

O *work in process* (WIP) é contabilizado a partir do momento em que as ordens de gáspeas saem do armazém, pelo registo da saída da ordem no SAP. O registo seguinte só é

efetuado no posto final do acabamento. Deste modo existe um parco controlo dos componentes durante todo o processo de produção, sendo o WIP muito elevado. Por exemplo as gáspeas podem manter-se na zona de preenchimento dos carros tubulares durante alguns dias, o que faz com que sejam consideradas WIP enquanto ainda não saíram da área de preparação de componentes. Estes valores são utilizados nos cálculos de eficiência o que prejudica os resultados obtidos.

### **3.3 IDENTIFICAÇÃO E IMPLEMENTAÇÃO DE PROPOSTAS DE MELHORIA**

#### **3.3.1 ALTERAÇÃO DO *LAYOUT***

Na tentativa de resolução do problema apresentado anteriormente relativo ao *layout*, surge uma questão:

“Será mesmo necessária uma área de preenchimento dos tubulares ou será possível preenche-los diretamente no armazém?”

##### **3.3.1.1 PREENCHIMENTO DO CARRO TUBULAR NO ARMAZÉM**

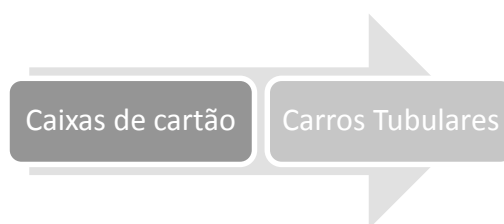
Como o preenchimento do carro tubular no armazém poderia trazer algumas vantagens relevantes para a organização, decidiu estudar-se a questão. As vantagens que poderiam resultar de uma resposta positiva à questão colocada são:

- Redução de postos de trabalho
- Redução de *work in process*
- Ganho de espaço
- Aumento da rapidez do abastecimento à zona de produção

Foram pensadas e estudadas três alternativas para o preenchimento do carro tubular no armazém:

1. Abastecer o carro tubular a partir das caixas de cartão dispostas nos *racks* existentes, nas quais os componentes chegam ao armazém
2. Abastecer o carro tubular a partir dos carros de ordens, no armazém
3. Criar prateleiras próprias no armazém para disponibilizar as gáspeas e as palmilhas para abastecer os carros tubulares

## ALTERNATIVA 1



Nesta alternativa os carro tubulares seriam abastecidos diretamente das caixas em *stock* no armazém, nas quais chegam os componentes. Sempre que fosse necessário utilizar uma nova ordem, as caixas correspondentes seriam colocadas no nível inferior dos *racks* de armazenamento, e abertas para poderem ser retirados os componentes e colocados nos carros tubulares.

Existem alguns fatores que representam barreiras à implementação desta alternativa:

- As caixas de cartão são todas idênticas e a sua identificação não é por vezes visível. Isto provoca perdas de tempo na localização das caixas que contêm as gáspeas do tamanho que procuram.
- O nível inferior dos *racks* fica ao nível do chão, o que significa que as caixas ficariam a uma altura demasiado baixa para que os operadores pudessem executar a sua tarefa com o mínimo de conforto.
- As gáspeas têm de ser desembaladas e para isso são necessárias mesas de apoio. Estas mesas existem na área de preenchimento dos carros tubulares mas não no armazém.
- O armazém não tem o espaço necessário para suportar a presença dos carros tubulares, seus operadores, empilhadores e operadores do próprio armazém, mantendo a sua funcionalidade.

Alguns destes problemas podem ser solucionados com pequenas mudanças (tabela 2).

PROBLEMA	POSSÍVEL SOLUÇÃO
As caixas são idênticas e não estão bem identificadas	Criar etiquetas mais visíveis para uma identificação mais rápida. Estas etiquetas seriam colocadas pelos operadores responsáveis pela descida da ordem.
As caixas das ordens a utilizar estão ao nível do chão	Elevar o <i>rack</i> inferior para uma altura que permita aos operadores trabalharem numa postura adequada, com o máximo de conforto.
Não existem mesas de apoio no armazém	Criar pequenas mesas de apoio, móveis, que possam ser recolhidas por baixo do <i>rack</i> inferior.



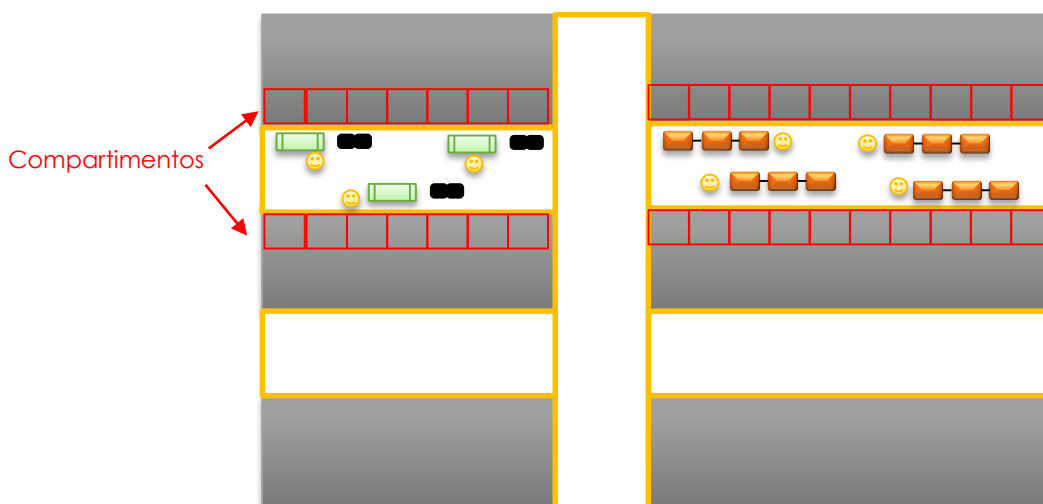
**Tabela 2 - Problemas da implementação da “Alternativa 1” e respectivas soluções**

O último dos problemas apresentados não tem uma solução de fácil implementação. Para implementar esta alternativa evitando o problema da funcionalidade do armazém seria necessária uma alteração considerável do *layout* do armazém. Poderiam ser criados corredores exclusivos para realização das tarefas de armazém e corredores exclusivos para o abastecimento das linhas de produção. Tal exigiria uma remodelação e uma disposição diferente dos *racks* e ainda um aumento do número de corredores. Esta alteração iria exigir um investimento monetário relevante por parte da empresa, que não estava disposta a tal esforço. Como tal, não se procedeu ao estudo subsequente desta hipótese.

No entanto, ignorando o último problema, decidiu-se realizar o estudo do espaço necessário para implementar esta alternativa, sem as alterações na estrutura do armazém, esperando que o problema da funcionalidade pudesse ser minorizado pela boa organização entre os operadores das distintas secções.

O armazém é composto maioritariamente por *racks*, onde são armazenadas os componentes adquiridos. Também contém uma zona de controlo de qualidade, uma zona de estacionamento de empilhadores e uma zona para o material em espera para armazenamento.

O único espaço possível para a criação de um *buffer* de gáspeas no armazém seriam os 34 compartimentos do nível inferior os *racks*, que são utilizados para o armazenamento de gáspeas. (Figura 18)

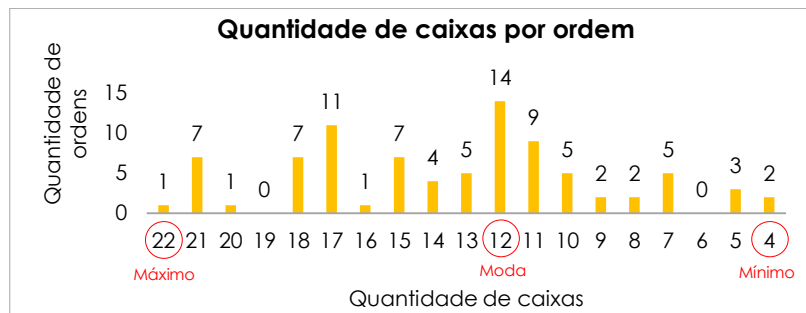


**Figura 18 - Racks utilizados para o armazenamento de gáspeas no armazém**

Conhecendo à partida o espaço disponível para a criação do *buffer* necessário à implementação desta alternativa, foi preciso calcular se este seria suficiente.

### Estudo do espaço necessário

Foi utilizada uma amostra composta por 86 ordens, na qual o número máximo de caixas numa ordem foi de 22 caixas, o número mínimo foram 4 e a moda foram 12. (Figura 19)



**Figura 19 - Quantidade de caixas por ordem numa amostra de 86 ordens**

Num dia normal podem estar a ser produzidos 3 ou 4 artigos diferentes numa Mini-Fábrica. Para otimizar a sua produção costumam estar abertas duas ordens por artigo. Tendo por base estes dados, podemos calcular o espaço necessário para expor as ordens nos *racks* disponíveis no armazém.

Dimensões das caixas:	Dimensões dos compartimentos inferiores dos racks:
Comprimento – 0,40m	Comprimento – 2,70m
Altura – 0,42m	Altura – 1,98m
Profundidade – 0,40m	Profundidade – 1,00m

**Figura 20 - Dimensões das caixas de cartão e dos compartimentos inferiores dos racks do armazém**

Sendo que cada compartimento dos *racks* tem de comprimento 2,70 metros, sabemos que em cada *rack* cabem 6 caixas em linha. Como a profundidade dos *racks* é de 1 metro e a profundidade de cada caixa é de 0,40 metros (figura 20), as caixas podem ser dispostas em 2 linhas.

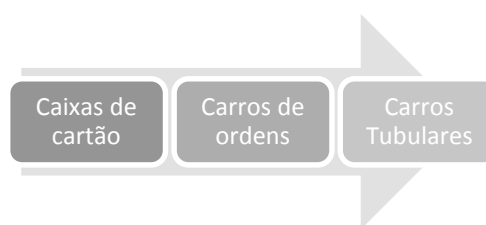
N.º artigos por Mini-Fábrica	3			4		
N.º ordens por Mini-Fábrica	6			8		
N.º de caixas por ordem	Mínimo 4	Moda 12	Máximo 22	Mínimo 4	Moda 12	Máximo 22
N.º de caixas por Mini-Fábrica	24	72	132	32	96	176

N.º de caixas por 4 Mini-Fábricas	96	288	528	128	384	704
<b>N.º de compartimentos necessários</b>	<b>8</b>	<b>24</b>	<b>44</b>	<b>11</b>	<b>32</b>	<b>59</b>

**Tabela 3 - Compartimentos necessários para expor as caixas de gáspeas no armazém**

Uma vez que podem ser necessários até 59 compartimentos para expor as ordens a utilizar (tabela 3), e existem apenas 34 compartimentos disponíveis, esta alternativa não se mostra exequível, tendo como base os pressupostos apresentados.

## **ALTERNATIVA 2**



Nesta alternativa as ordens seriam retiradas dos *racks* onde estavam armazenadas e colocadas nos carros de ordens, separando as gáspeas por tamanhos como faziam previamente. Cada carro de ordem deve conter as gáspeas e palmilhas correspondentes a uma ordem.

Em vez serem transportados para a zona de preparação de matéria-prima, os carros de ordem teriam de ser dispostos no armazém. O único local possível para o fazer seria, ao nível do chão, no nível inferior dos *racks*.

De seguida os carros tubulares passariam pelo armazém para serem abastecidos.

Esta alternativa apresenta dois problemas que também se colocam na alternativa anterior:

- As gáspeas têm de ser desembaladas e para isso são necessárias mesas de apoio. Estas mesas existem na área de preenchimento dos carros tubulares mas não no armazém.
- O armazém não tem o espaço necessário para suportar a presença dos carros tubulares e os seus operadores e dos empilhadores e operadores do próprio armazém, mantendo a sua funcionalidade.

Tal como na alternativa anterior o primeiro problema é de fácil resolução, através da criação de mesas de apoio móveis. A solução do segundo problema padece das mesmas limitações apresentadas na alternativa anterior. A solução de alterar a estrutura do

armazém apresentada, também poderia ser implementada nesta alternativa. No entanto, pelas mesmas razões explicadas anteriormente esta hipótese não foi desenvolvida. Assim com como foi feito para a “Alternativa 1”, ignorou-se o problema esperando que a funcionalidade do armazém pudesse ser maximizada pela boa organização entre os operadores das distintas secções e partiu-se para o estudo do espaço.

### Estudo do Espaço

<b>Dimensões dos carros de ordens normais:</b> Comprimento – 1,60m Altura – 1,54m Profundidade – 0,69m	<b>Dimensões dos carros de ordens grandes:</b> Comprimento – 2,66m Altura – 1,54m Profundidade – 0,69m
---	---

**Figura 21 – Dimensões dos carros de ordens**

Sendo que os compartimentos dos racks têm 2,70m de comprimento, e o comprimento dos carros de ordens é de 1,60m ou 2,66m (figura 21), sabemos que cabe apenas um carro por compartimento.

<b>N.º ordens por máquina</b>	6 ordens	8 ordens
<b>N.º de compartimentos necessários por máquina</b>	6	8
<b>N.º de compartimentos necessários para 4 máquinas</b>	24	32

**Tabela 4 – Compartimentos necessários para expor as gáspeas nos carros de ordens no armazém**

Como foi mencionado na “Alternativa 1” existem 34 compartimentos disponíveis para a exposição das ordens. Sendo que neste cenário são necessários 32 compartimentos (tabela 4) é possível a sua implemetação. Contudo, nesta alternativa verifica-se um grande desperdício de espaço, pois a maioria dos carros de ordens ocupa apenas 1,60m dos 2,70m disponíveis por compartimento. Para além disso existem apenas 31 carros de ordens o que leva a que seja necessário adquirir mais um.

### ALTERNATIVA 3



A terceira alternativa tem o mesmo conceito da alternativa anterior, mas dispensa os carros de ordem, substituindo-os por prateleiras construídas nos compartimentos inferiores dos racks existentes, onde as gáspeas de uma ordem seriam distribuídas por tamanho. Para além disso, as gáspeas seriam colocadas nas prateleiras já desembaladas.

Esta alternativa, para além de ter o conceito idêntico a “Alternativa 2”, apresenta também os mesmos problemas e soluções. Apresenta no entanto um custo de implementação superior devido à necessidade de criação e instalação das prateleiras.

Para a “Alternativa 3” não é necessário a realização do estudo do espaço, uma vez que, observando o estudo de espaço realizado na “Alternativa 2” e somando a quantidade de espaço desperdiçada pela mesma, que poderia ser aproveitado nesta alternativa, muito facilmente se conclui que os compartimentos dos racks disponíveis seriam suficientes.

O estudo destas 3 alternativas mostra que o preenchimento dos carros tubulares não pode ser realizado diretamente no armazém pois a empresa considerou que implementar esta ideia poderia colocar em causa o bom funcionamento do armazém e reduzir a eficiência e eficácia da tarefa de preenchimento dos carros tubulares. As alterações, no *layout* e estrutura do armazém, necessárias para eliminar estes problemas requeriam um investimento elevado que a organização não estava disposta a realizar.

#### 3.3.1.2 ALTERAÇÃO DO LAYOUT DA ÁREA DE PREPARAÇÃO DE COMPONENTES

Uma vez que a empresa pretendia alterar o *layout* da zona de preparação dos componentes, aproveitou-se a oportunidade para criar áreas apropriadas para permanecerem em espera antes de seguirem para a produção

A área de preenchimento dos carros tubulares também apresentava um problema, cada Mini-Fábrica não tinha uma área de trabalho bem delimitada. Assim os operadores de diferentes Mini-Fábricas não se focavam apenas nas suas tarefas, interferindo, por vezes, com as tarefas dos operadores de uma Mini-Fábrica diferente, o que acarreta conflitos e perdas de tempo.

Foram então estudadas e posteriormente apresentadas, algumas alternativas de *layouts* ao diretor de produção, que cumpriam o requisito de libertar o espaço ocupado inicialmente pela área de colocação de pictogramas, numa sessão de brainstorming, que deu origem a novas ideias. A partir dos pontos positivos e negativos encontrados em cada *layout* surgiu a solução a implementar que apresentava o melhor fluxo de movimentação consoante o espaço disponibilizado. (Figura 22).



**Figura 22 – Novo layout da zona de preparação de componentes** (As setas azuis representam o fluxo dos carros tubulares, e as vermelhas representam o fluxo dos carros de ordens)

Da alteração do *layout* resultaram, como esperado, as seguintes vantagens:

- Redução do espaço total utilizado;
- Criação de áreas específicas de espera para os carros tubulares;
- Delimitação clara das áreas correspondentes a cada Mini-Fábrica na área de preenchimento de carros tubulares, que levou à redução de conflitos entre operadores;
- Redução da distância de transporte dos carros de ordens;
- Melhor controlo visual.

### 3.3.2 PLANO DE VOLTAS

Como referido previamente, o Plano de Voltas era elaborado pelos operadores responsáveis pelo preenchimento dos carros tubulares e gerava confusão nas trocas de turno.

Para elaborar um bom Plano de Voltas os operadores devem ter em conta cinco prioridades principais, de forma a otimizar o processo produtivo:

- Planear o menor número possível de trocas de moldes
- Colocar artigos da mesma cor seguidos
- Fechar ordens
- Os tamanhos das pontas de cada artigo são prioritários (nos artigos de homem são os tamanhos 39, 47, 48, 49 e 50 e nos de mulher são os tamanhos 35, 36, 41, 42 e 43)
- Colocar artigos com sola TPU seguidos

Alguns operadores evitam ao máximo planejar trocas de moldes, mesmo que tal implique não fechar uma ordem e/ou abrir uma nova ordem. Isto ocorre por influência dos operadores responsáveis pela troca dos moldes, que têm como prioridade maximizar a produção, reduzindo desperdícios. Trocar moldes implica pelo menos duas rotações em que a máquina não pode injetar pares de sapatos, devido ao tempo necessário para o aquecimento do molde.

Outros operadores elaboram o seu plano de voltas dando prioridade ao fecho de ordens, mesmo que tal implique trocas de moldes. Estas diferenças provocam por vezes conflitos. Este facto levantou uma questão relativamente à eficácia do procedimento de elaboração do Plano de Voltas: "Porque não existe um Plano de Voltas elaborado pelo planeador com alguma antecedência?".

Isto poderia reduzir tempo de preenchimento do carro tubular, evitar conflitos entre colaboradores (porque todos os turnos seriam obrigados a mudar os moldes que o plano indica), haveria mais controlo e seria possível prever quais os materiais a abastecer às linhas de acabamento, assim como as suas quantidades e o momento em que deve ser feito.

De forma a verificar a viabilidade do Plano de Voltas realizado pelo planeador, deu-se início a uma fase de experiência. O planeador teria que preencher um ficheiro Excel criado previamente, que contém algumas informações que facilitam a elaboração do plano. A experiência foi realizada, durante uma semana, apenas com uma Mini-Fábrica. Todos os

colaboradores envolvidos foram informados sobre a experiência, vindo a colaborar, apesar de manifestarem alguma oposição.

Em cada dia de experiência era necessário percorrer uma sequência de etapas:

- 1º. Fazer inventário
- 2º. Ver os artigos que estão presentes em cada estação da máquina de injeção
- 3º. Preencher o Excel do Plano de Voltas
- 4º. Entregar o Plano de Voltas e acompanhá-lo
- 5º. Alterar Plano de Voltas devido a imprevisibilidades (Voltar à 4º. etapa)

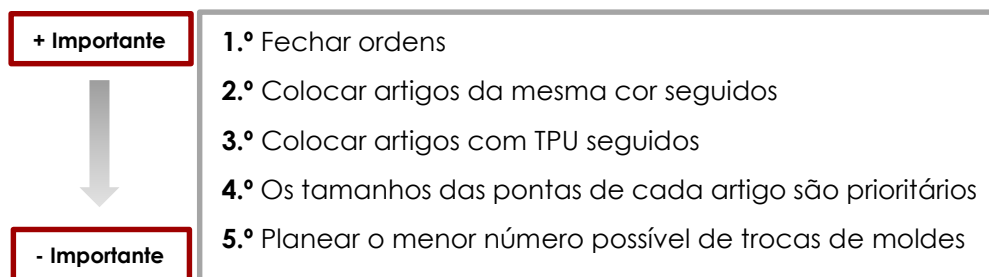
Ao longo da experiência percebeu-se que apesar da possibilidade do Plano de Voltas, realizado pelo planeador, resultar em algumas vantagens para a organização, as desvantagens sobrepõem-se, sendo elas:

- O plano para apenas uma máquina requer muito tempo do planeador, este não teria capacidade para fazer o planeamento para as 4 máquinas;
- Não é aproveitado todo o potencial dos operadores dos tubulares
- O plano pode facilmente ser arruinado devido a:
  - Problemas mecânicos (na máquina, fresa ou molde)
  - Ajustes na mudança de molde muito demorados
  - Re-injeções (quando é necessário arrancar a sola de um sapato e voltar a injetá-lo)
  - Paragens por problemas de qualidade
- O tempo de reação aos imprevistos é mais longo
- Das 17h00 às 6h00 o planeador não está presente para, em caso de necessidade, fazer alterações ao plano; o que implica que se volte ao Plano de Voltas manual.

Deste modo concluiu-se que o Plano de Voltas realizado pelo planeador não otimiza o processo como se esperava, principalmente porque a reação a imprevistos é muito mais demorada. Assim, o plano deve continuar a ser feito pelos operadores, *just-in-time*.

De qualquer forma, na tentativa de otimizar o processo de elaboração do Plano de Voltas existente, decidiu-se definir uma ordem das prioridades segundo a sua importância (figura 23). Logo todos os operadores seguirão os mesmos critérios na realização do plano, diminuindo as discordâncias entre turnos.





**Figura 23 – Ordem de prioridades para a elaboração do Plano de Voltas**

### **3.3.3 REFORMULAÇÃO DO TRANSPORTE**

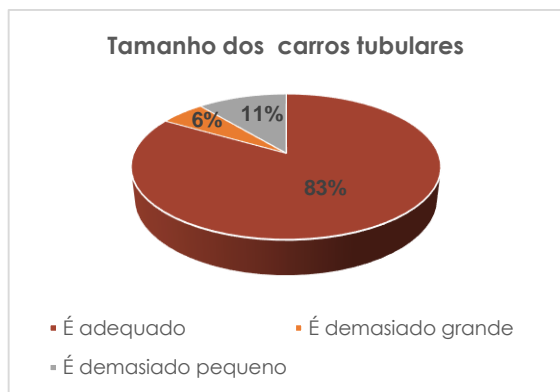
Um dos principais objetivos do projeto desenvolvido centrava-se na alteração dos carros utilizados para o transporte de componentes para a zona de produção, os carros tubulares.

Através da observação e do estudo do processo identificaram-se alguns problemas relativos aos carros tubulares, nas várias operações em que são utilizados:

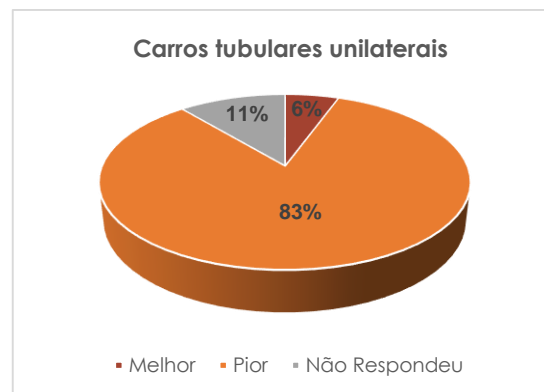
- Carros muito grandes e pesados e, como tal, de difícil manuseamento;
- Dificultam a visualização do espaço;
- Facilidade de ocorrência de erros nos acertos (por vezes, devido a problemas imprevisíveis na máquina ocorrem paragens em determinadas estações e as gáspeas que já se encontram na produção não podem ser produzidas sendo necessário trocar essas gáspeas por gáspeas de outro artigo), causado pelo excesso de stock.

Tendo em conta os problemas apresentados pelos carros tubulares o objetivo principal foi reduzir o seu tamanho, tornando o carro mais leve, reduzindo a sua capacidade, e permitindo uma melhor visualização do espaço.

Desencadeou-se então um estudo cuja primeira etapa se centrou na recolha da opinião dos operadores envolvidos no preenchimento dos carros tubulares e dos operadores responsáveis pela colocação de pictogramas, através da realização de um breve questionário (anexo A). Estes questionários foram respondidos por uma amostra de 28 colaboradores (18 correspondiam a colaboradores responsáveis pelo preenchimento dos tubulares e os restantes 10 à colocação de pictogramas). Da análise dos resultados a principal conclusão retirada, que se relaciona com a alteração dos carros tubulares, é que os operadores, na grande maioria, achavam que os carros tubulares eram adequados, tanto no tamanho como no desenho (figuras 24 e 25).



**Figura 24 - Respostas à questão "O que pensa em relação ao tamanho dos carros tubulares?"**



**Figura 25 - Respostas à questão "Pensa que seria melhor ou pior os carros tubulares transportarem gáspeas em apenas um dos lados?"**

No entanto, apesar da conclusão fácil a retirar ser essa, após um contato mais pessoal com cada operador percebe-se existe uma grande resistência à mudança, derivada de uma experiência negativa passada. Considerou-se que esta resistência poderia ser ultrapassada através do envolvimento dos colaboradores ao longo do processo.

A pesquisa dos tipos de transportes utilizados noutras unidades do grupo foi a segunda etapa. A única unidade cujos carros eram tubulares e cumpriam o principal objetivo já definido era a unidade da China.

O carro dessa unidade tem capacidade para 30 pares. Contudo a distância que estes carros têm de percorrer na unidade chinesa é muito inferior à distância a percorrer na unidade portuguesa. Assim 30 pares foi considerado um número insuficiente para aplicar em Portugal, pois exigiriam um elevado número de viagens, o que causaria grandes perdas de tempo.

Numa segunda análise ao processo foi identificado mais um problema ao qual a alteração dos carros pode solucionar.



**Figura 26 - Suporte giratório**

O suporte apresentado na figura 26 tem a função de servir as operadoras responsáveis por coser as palmilhas. Este suporte apresenta alguns problemas:

- É necessário reabastecer cada tubo assim que fica vazio, o que implica inúmeras deslocções dos operados do posto antecedente, o que resultava por vezes em falhas (ocasionalmente o material era colocado na estação errada e/ou na quantidade errada)
- Rotação do suporte – muitas vezes, por serem locais de passagem, o suporte era atingido por outros operadores, provocando o erro do operador responsável por o abastecer.

Tendo em conta as falhas apresentadas pensou-se num carro que fosse capaz de resolver tanto os problemas dimensionais do carro, bem como os problemas dos suportes giratórios.

### NOVO CARRO TUBULAR

Para solucionar os problemas previamente definidos foi criado um novo conceito de carro tubular assente em dois parâmetros principais:

- Cada carro tubular deve ter apenas 5 estações para corresponder às 5 estações que existiam em cada suporte giratório num posto de coser as palmilhas interiores, eliminando esse suporte
- Cada carro deve levar apenas 12 pares por estação o que perfaz um total de 60 pares por carro

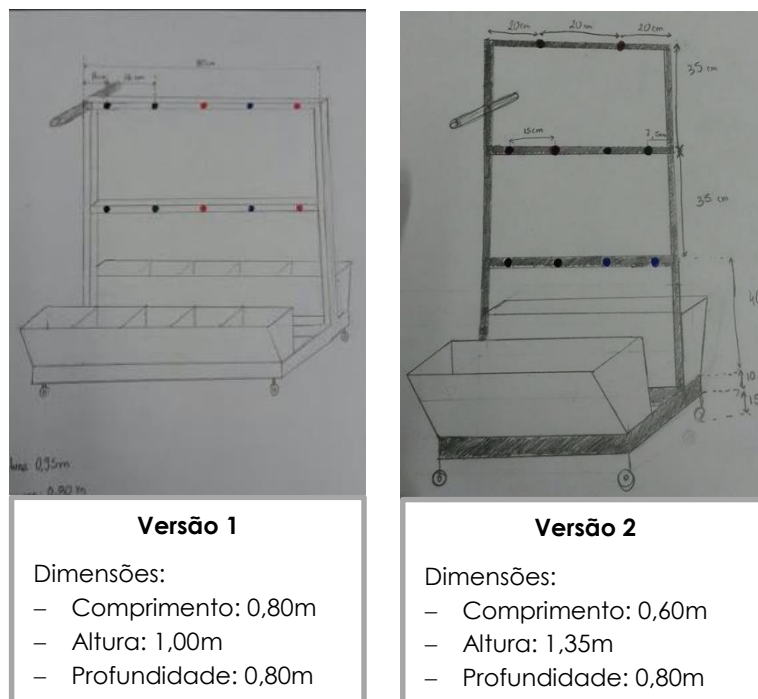
Neste novo conceito, cada carro tubular antigo seria substituído por 3 carros tubulares novos, que serão ao longo do projeto denominados mini carros tubulares.

	Área de preenchimento dos tubulares	Área de colocação de pictogramas	Área de formação da parte de trás da gáspea	Área de coser as palmilhas interiores
Número de carros tubulares	1	1	2	0
Número de mini carros tubulares	3	3	3	3

**Tabela 5 - Distribuição dos carros tubulares por Mini-Fábrica**

No total seriam necessários 48 mini carros tubulares para as 4 Mini-Fábricas.

Após a definição dos parâmetros, para os novos carros tubulares, partiu-se para a fase de *design*. Foram apresentadas duas hipóteses que cumpriam os requisitos definidos e apenas diferiam nas dimensões. (figura 27)

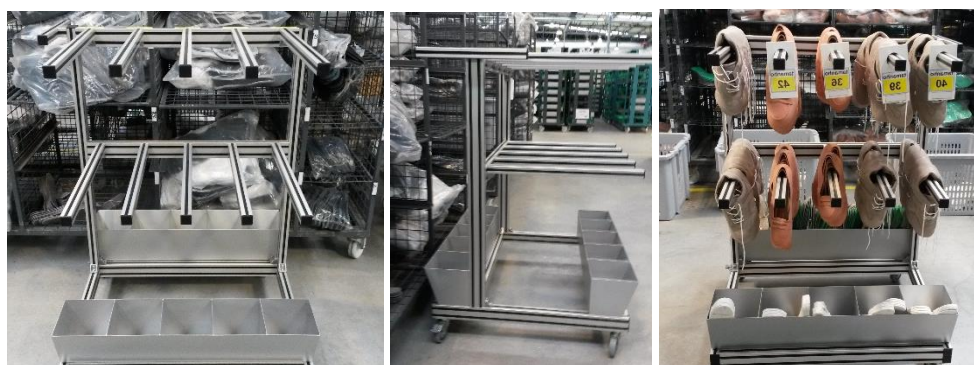


**Figura 27 – Esboço e dimensões das versões apresentadas dos novos carros tubulares**

As versões foram apresentadas ao Diretor de Produção que optou pela “Versão 1” por considerar que:

- Permitiria uma melhor visualização do espaço;
- A disposição das estações tornava a sua utilização mais intuitiva.

Depois da escolha do *design* para o novo carro tubular deu-se início à produção de um protótipo (figura 28).



**Figura 28 - Protótipo dos novos carros tubulares**  
(Vista frontal; Vista lateral; Vista frontal com componentes)

O protótipo foi testado em todas as etapas do processo nas quais será utilizado. Os colaboradores tiveram a oportunidade de dar a sua opinião e surgiram algumas oportunidades de melhoria, como a alteração da localização da pega.

Depois de aprovado o protótipo passou-se à fase de orçamentação.

Com base na tabela 5, podemos observar que no total seriam necessários 48 mini carros tubulares para as 4 Mini-Fábricas. Contudo, decidiu-se produzir 3 mini carros tubulares extra, de forma a evitar que a máquina pare caso aconteça algum problema inesperado, perfazendo um total de 51 carros. Como o protótipo será utilizado apenas serão considerados custos para a produção de 50 mini carros tubulares.

Numa perspetiva de redução de custos e de desperdícios, optou-se por reciclar os carros tubulares iniciais e adquirir apenas o material em falta.

Com o auxílio do colaborador responsável pela produção dos carros definiu-se a lista do material a comprar e calcularam-se os custos. (Tabela 6)

Material Necessário		
	Quantidade	Custo
Tampas tubos	448 unid.	269 €
Suportes	100 unid.	3.000 €
Chapas	50 unid.	1.250 €
Rodas c/ travão	67 unid.	632 €
Rodas s/ travão	52 unid.	342 €
Perfil	45 barras	2.700 €
Custo Total		
Custo para 50 mini tubulares		8.192,77 €
Custo unitário		141,25 €

**Tabela 6 - Orçamento para a construção dos mini carros tubulares**

O orçamento foi aprovado pelo Diretor Geral, o material necessário foi encomendado e deu-se início à construção dos novos carros tubulares.

Assim que ficaram prontos 12 carros iniciou-se a fase de teste numa Mini-Fábrica. A Mini-Fábrica escolhida para esta fase foi a Mini-Fábrica 2, seleccionada pelo responsável pela área.

Antes da iniciação da fase de teste os carros foram identificados, assim como as respetivas estações e todos operadores envolvidos no processo foram informados sobre o novo método de trabalho a adotar.

O início da implementação do novo sistema foi acompanhado integralmente pela responsável pelo projeto, de forma a esclarecer as dúvidas dos operadores que poderiam surgir durante a fase de adaptação.

Como o resultado da fase experimental foi positivo, implementou-se o sistema nas restantes 3 Mini-Fábricas, uma de cada vez, com o mesmo acompanhamento prestado na fase de teste.

Na implementação do novo sistema de abastecimento à linha de produção encontrou-se a necessidade de redefinir o processo.

### 3.3.3.1 IMPLEMENTAÇÃO DO SISTEMA *PULL* NO PROCESSO DE ABASTECIMENTO DE COMPONENTES

Para otimizar o fluxo produtivo optou-se pela implementação do sistema *pull*, em que os operadores de cada posto têm a responsabilidade ir buscar os componentes ao posto anterior quando necessário, de maneira a reduzir os *stocks* intermédios.

Para saber se seria possível a implementação deste sistema foi preciso estudar, *a priori*, o balanceamento das tarefas envolvidas no processo.

Tendo em conta a distância entre postos de trabalho a implementação do sistema Pull só vai ter impacto na tarefa de formação da parte de trás da gáspea, porque é a única em que a distância para o posto anterior é grande. Para calcular um balanceamento que incluísse este sistema foi então necessário estudar os tempos de transporte de um mini tubular para cada Mini-Fábrica pois a distância difere entre as quatro Mini-Fábricas.

Para 1 Mini Tubular:				
Mini-Fábrica	Tempo de ida	Tempo de troca	Tempo de volta	Tempo total
1	0,79	0,27	0,64	1,70
2	0,77	0,22	0,66	1,65
3	1,04	0,17	0,89	2,10
4	1,28	0,22	1,89	3,39
Média:				2,21
Para 3 Mini Tubulares:				6,63

**Tabela 7 - Estudo de tempo de transporte de um mini tubular para a produção** (Valores em minutos)

No caso do balanceamento o objetivo é calcular-se qual o número de operadores necessários para uma ou mais operações. O balanceamento do número de operadores necessários para cada posto de trabalho calcula-se tendo em conta os SM's/pair e o *takt time*, através da seguinte fórmula:

$$\text{Balanceamento} = \frac{SM's/pair}{takt\ time}$$

O número de operadores necessários é igual ao arredondamento por excesso à unidade do valor obtido no cálculo do balanceamento.

O balanceamento foi, mais uma vez, calculado para a capacidade máxima de produção da unidade, 1300 pares por turno, recorrendo aos SM's/pair obtidos na unidade.

Tarefas	Balanceamento	Operadores necessários	Performance
Preenchimento dos carros tubulares	5,92	6	88%
Colocação dos pictogramas	4,28	5	82%
Corte de palmilhas	1,13	2	64%
<b>Formação da parte de trás da gáspea + Transporte dos carros tubulares para a produção</b>	<b>6,71</b>	<b>7</b>	<b>92%</b>
Coser palmilhas às gáspeas	7,58	8	91%
Montagem	11,96	12	63%

**Tabela 8 - Balanceamento para a implementação sistema pull nas 4 Mini-Fábricas**

Com o resultado do balanceamento podemos observar que seria possível agregar a tarefa de transporte dos mini carros tubulares aos operadores responsáveis pela formação da parte de trás da gáspea. No estado inicial os operadores deste posto atingiam uma performance de 78,58% (tabela 1), com a implementação do sistema *pull* passam a atingir uma performance de 92%.

Estes operadores ficaram então responsáveis pelo transporte dos mini carros tubulares. Quando fica um carro tubular vazio na área de produção devem transporta-lo para a área de preparação de componentes voltando para o seu posto com um mini carro tubular cheio.

### 3.3.4 REDUÇÃO DO *WORK IN PROCESS*

A implementação do novo meio de transporte de componentes resultou numa redução imediata do *work in process*.

O WIP, tal como o nome indica, é material em processamento, que na situação inicial era contabilizado a partir do momento em que as gáspeas saiam do armazém até ao momento em que as mesmas saiam da linha de acabamento. No entanto o valor de WIP só pode ser alterado até à entrada das gáspeas no transportador que as conduz à máquina de injeção. Vamos então considerar apenas as gáspeas existentes até ao

momento a que chegam ao transportador para elaborar o cálculo do WIP. Os valores utilizados para efetuar a comparação são valores teóricos pois na prática existe alguma variabilidade na quantidade de WIP.

Inicialmente o WIP dividia-se pelos carros de ordens e pelos carros tubulares. Como geralmente se encontram entre 6 a 8 ordens abertas por Mini-Fábrica, serão utilizados 8 carros de ordens para calcular o WIP. Quanto aos carros tubulares, serão contabilizados apenas 3, uma vez que enquanto um é preenchido outro é esvaziado.

Assim sendo, existem 4032 pares de gáspeas distribuídas pelos carros de ordem e um total de 1080 pares de gáspeas nos carros tubulares. Em suma, o WIP inicial de gáspeas por Mini-Fábrica era de 5112 pares.

Com a alteração dos carros tubulares o WIP reduz o seu valor para 4572 pares de gáspeas por Mini-Fábrica.

	<i>Para 1 Mini-Fábrica</i>	<i>Para as 4 Mini-Fábricas</i>
<b>WIP estado inicial</b>	5112 pares	20448 pares
<b>WIP após a alteração dos carros tubulares</b>	4572 pares	18288 pares

**Tabela 9 - Quantidade média de WIP no estado inicial e após a alteração dos carros tubulares**

Foi também implementado um sistema de leitura de Maincards à saída da zona de preparação de componentes, com o objetivo de permitir um melhor controlo do material em processamento.

Inicialmente era registada a saída dos componentes do armazém e a saída do produto acabado. O registo da saída dos componentes do armazém é feito por ordem de produção, não é registado cada par individualmente e, excluindo os casos especiais, as ordens não são verificadas na totalidade no armazém. Deste modo os componentes passam para a zona de preparação de componentes sem se ter conhecimento da existência de falhas do fornecedor como, por exemplo, pares a mais ou a menos e tamanhos trocados.

Sabe-se, por casos ocorridos no passado, que quando as falhas são registadas no acabamento com a indicação de falha do fornecedor, isso pode não ser verdade. Assim essa informação não pode ser utilizada para notificar o fornecedor das suas falhas.

Implementar um sistema de leitura de Maincards à saída da zona de preparação dos componentes tem algumas implicações. (Tabela 10)



<b>POSITIVAS</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>– O WIP só começa quando as gáspeas saem da área de preparação de componentes</li> <li>– Melhor transmissão e controlo da informação</li> <li>– Não requer muito tempo do operador</li> </ul>
<b>NEGATIVAS</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Necessidade de formação dos operadores</li> <li>– Se os operadores se esquecerem de ler uma Maincard o programa perde a eficácia</li> <li>– Resistência à mudança de alguns operadores</li> <li>– É uma tarefa extra</li> </ul>

**Tabela 10 – Implicações da implementação de um sistema de leitura de Maincards**

Contudo há uma vantagem que se sobrepõe a todas as implicações negativas, maior controlo do processo.

Procedeu-se então à implementação deste sistema, começando apenas com uma Mini-Fábrica. O processo de leitura de Maincards implica que aquando do preenchimento do carro tubular, os operadores têm que selecionar as Maincards correspondentes ao conteúdo do carro. Estas Maincards acompanham o carro tubular até ao posto de leitura de Maincards onde são registadas por um leitor ótico. Os carros tubulares seguem depois para a produção enquanto as Maincards ficam no posto de leitura de Maincards do acabamento.

Uma vez que a fase de teste foi bem-sucedida, partiu-se para a implementação do sistema de leitura de Maincards nas restantes Mini-Fábricas.

Com a implementação da leitura de Maincards, à saída da zona de preparação de componentes, o *work in process* passa a ser de 540 pares de gáspeas por Mini-Fábrica.

	<b>Para 1 Mini-Fábrica</b>	<b>Para as 4 Mini-Fábricas</b>
<b>WIP após a alteração dos carros tubulares</b>	4572 pares	18288 pares
<b>WIP após a implementação da leitura de Maincards</b>	540 pares	2160 pares

**Tabela 11 - Quantidade média de WIP após a alteração dos carros tubulares e após a implementação do sistema de leitura de Maincards**

### **3.3.4.1 IMPLEMENTAÇÃO DO SISTEMA *JUST-IN-TIME* NO CORTE DE PALMILHAS**

Foi identificada, na operação de corte de palmilhas interiores, mais uma oportunidade de melhoria do processo produtivo. Esta melhoria consistia na implementação da

metodologia *just-in-time* no corte das palmilhas. Isto resultaria na redução de *work in process* destas palmilhas.

Inicialmente eram cortadas todas as palmilhas correspondentes a uma ordem de gáspeas, ou seja, cortavam todos os pares de um tamanho, trocavam de molde e cortavam todos os pares de outro tamanho, e assim sucessivamente, até perfazerem o total de pares que completavam a ordem. Todas as palmilhas de uma ordem eram colocadas num caixote com a devida identificação que, sempre que chegava uma nova ordem à zona de preenchimento dos tubulares, era colocado no chão, ao lado da respetiva ordem de gáspeas.

A performance inicial (tabela 1) dos operadores responsáveis pelo corte de palmilhas interiores era apenas de 55,44%, o que revela existe a possibilidade de implementação do sistema *just-in-time*.

Para confirmar essa possibilidade foi necessário medir o tempo de corte palmilhas interiores, considerando o acréscimo do número de mudanças de molde, pois neste sistema terão de se cortar as palmilhas necessárias para cada carro tubular, que transporta diferentes artigos de diferentes tamanhos.

Verificou-se então que o corte de palmilhas para um conjunto de 3 mini carros tubulares era em média 20 minutos. Considerando que a produção média é de 1100 pares por turno e que cada conjunto de 3 mini tubulares transporta 180 pares, sabemos que são necessários 7 conjuntos de mini carros tubulares por turno, por Mini-Fábrica, ou seja 28 conjuntos no total, por turno. Uma vez que o corte destas palmilhas para um conjunto de 3 mini tubulares demora cerca de 20 minutos, são necessários 560 minutos por turno para cortar as palmilhas necessárias.

Sabemos também que um turno tem 7,5 horas de trabalho efetivo, e esta operação é realizada por 2 operadores por turno. Temos então 900 minutos disponíveis para o corte de palmilhas interiores.

Como seriam necessário 560 minutos para corte de palmilhas interiores e o tempo disponível para esta tarefa é de 900 minutos, confirma-se a possibilidade de implementação do sistema *just-in-time*, sem afetar a eficácia do processo.

Depois de provado que seria viável a implementação do sistema *just-in-time* no corte de palmilhas interiores, o passo seguinte foi a redefinição do processo.

A implementação deste sistema implica o preenchimento de um documento de requisição de palmilhas (que indica as palmilhas a cortar), pelos operadores dos carros tubulares, sempre que seja preenchido um conjunto de mini carros tubulares. Esta requisição (anexo B) não era necessária no estado inicial. Esse documento acompanha o carro até ao posto de corte de palmilhas.

No posto de corte de palmilhas interiores, os operadores passam a cortar as palmilhas indicadas na folha de requisição, e coloca-las nos carros, nas respetivas estações.

A implementação do sistema de corte *just-in-time* foi gradual, tendo sido implementada à medida a que eram substituídos os carros tubulares em cada Mini-Fábrica.

Cortando as estas palmilhas *just-in-time*, verifica-se uma redução de stock acumulado na área de preparação de componentes.

### **3.3.5 IMPLEMENTAÇÃO DE GESTÃO VISUAL NAS ÁREAS DE UTILIZAÇÃO DOS NOVOS CARROS TUBULARES**

A última etapa do projeto consistiu na implementação de gestão visual nas áreas de utilização dos mini carros tubulares.

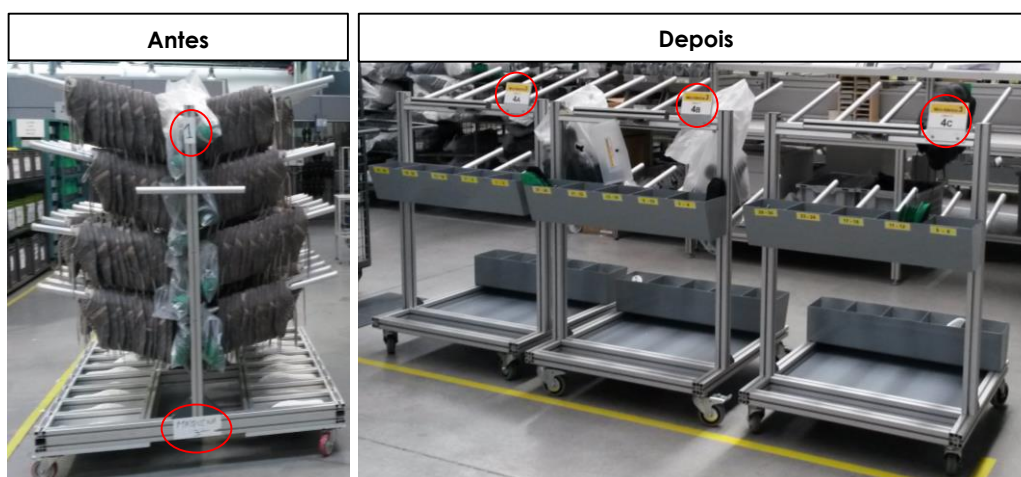
A gestão visual é uma ferramenta que possibilita aumentar a eficiência e a eficácia de um processo através da utilização de métodos que permitem uma melhor visualização e interpretação no *gemba*.

A primeira ação de implementação de gestão visual foi a atribuição de uma cor diferente a cada Mini-Fábrica de forma facilitar a sua identificação. (Figura 29)

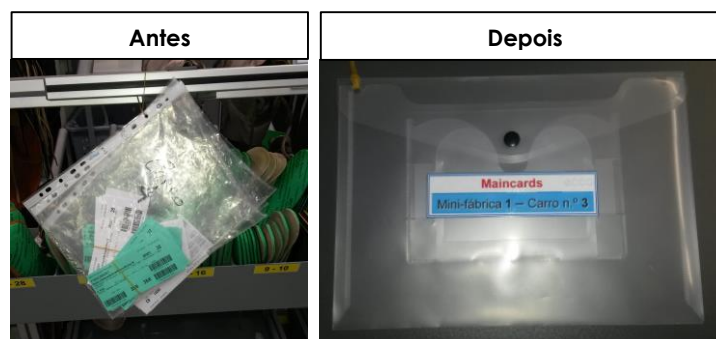


**Figura 29 - Demonstração da atribuição de uma cor a cada Mini-Fábrica na zona de preenchimento dos carros tubulares**

A cor atribuída a cada Mini-Fábrica também foi utilizada para identificar os carros e outros objetos pertencentes a cada uma. (Figura 30 e 31)



**Figura 30 - Demonstração da utilização da cor a atribuída a cada Mini-Fábrica nos carros tubulares**

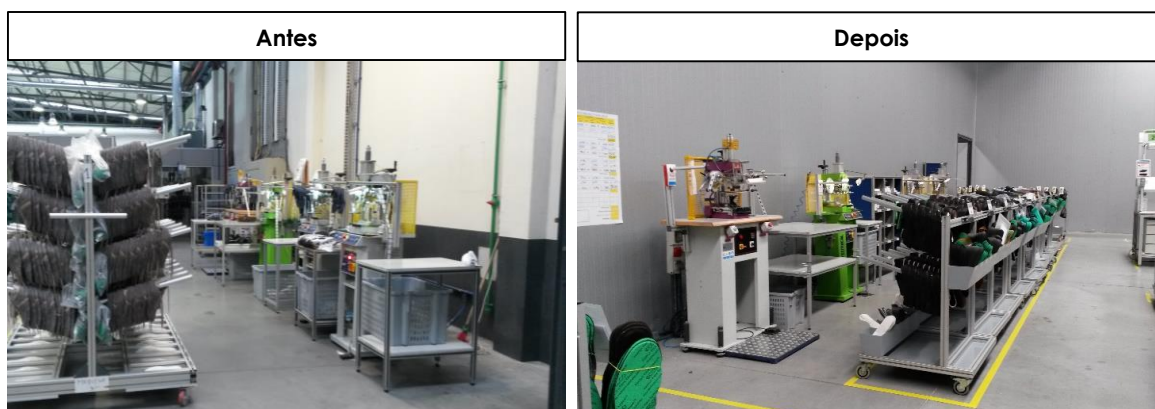


**Figura 31 - Demonstração da utilização da cor a atribuída a cada Mini-Fábrica nas capas de transporte de Maincards**

Seguidamente, recorreu-se ao método de marcação do pavimento na zona de preparação de componentes assim como na zona de produção, delineando as áreas de trabalho e as áreas definidas para a colocação dos mini carros tubulares. (Figuras 32, 33 e 34)



**Figura 32 - Demonstração da marcação do pavimento na zona preenchimento dos carros tubulares**



**Figura 33 - Demonstração da marcação do pavimento na zona colocação de pictogramas**



**Figura 34 – Demonstração da marcação do pavimento na zona de produção**



## 4 ANÁLISE E DISCUSSÃO DE RESULTADOS

Neste capítulo será realizada uma análise das propostas implementadas, através de uma comparação entre o estado inicial e o estado final, após implementação das propostas de melhoria, para deste modo se perceber se os objetivos definidos inicialmente foram alcançados.

### SITUAÇÃO INICIAL VS SITUAÇÃO PÓS IMPLEMENTAÇÃO DAS MELHORIAS

Todas propostas implementadas tiveram um efeito positivo na melhoria do processo de abastecimento de componentes, no entanto nem todas as melhorias foram quantificáveis.

A alteração do *layout* fez com que o espaço ocupado pela área de preparação de componentes fosse reduzido. Inicialmente esta área ocupava 316m<sup>2</sup>, e atualmente ocupa apenas 283m<sup>2</sup>, o que representa uma redução de 10% de espaço ocupado pela área de preparação de componentes. Outra vantagem desta alteração foi a ligeira redução da distância percorrida pelos carros de ordens, desde o armazém até à área de preparação de componentes.

Esta alteração cumpriu os objetivos propostos inicialmente: desocupar a área que era utilizada para a colocação dos pictogramas e obter um melhor fluxo de movimentações. Para além disso foram criadas áreas específicas de espera para os carros tubulares, evitando a desorganização do espaço.

A alteração dos carros tubulares transformou o processo relativamente a questões de controlo, organização e ergonomia.

A comparação entre a situação inicial e a situação melhorada no que diz respeito aos carros tubulares, será feita entre um carro tubular antigo e um mini carro tubular novo.

	Situação Inicial	Situação Melhorada
		
	Para 1 carro tubular antigo	Para 1 carro tubular novo
<b>Dimensões</b>	Comprimento: 1,59m Altura: 1,68m Profundidade: 1,25m	Comprimento: 0,80m Altura: 0,95m Profundidade: 0,80m
<b>Capacidade</b>	360 pares	60 pares

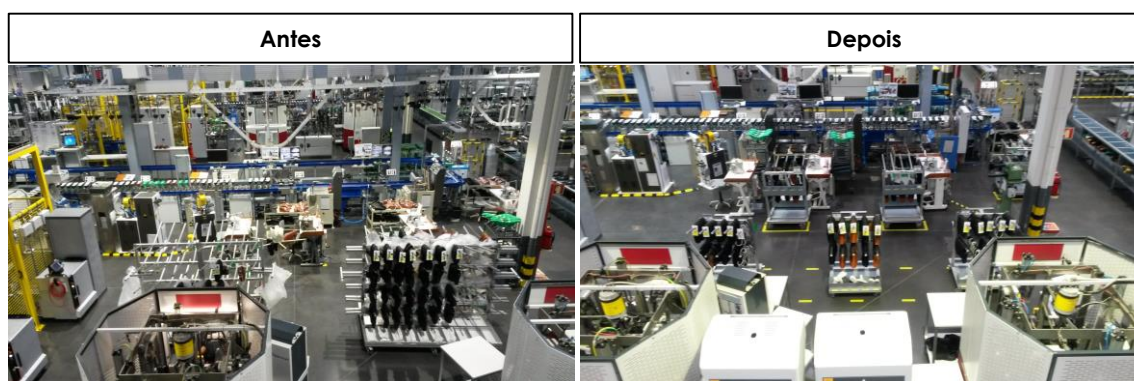


<b>Quantidade de carros tubulares por Mini-Fábrica</b>	4 carros	12 carros
<b>Tempo médio de preenchimento</b>	120 minutos (0,33 min/par)	28 minutos (0,46 min/par))
<b>Tempo médio de transporte para a produção (Tempo de ida, acertos e volta)</b>	5 minutos	2,21 minutos
<b>Quantidade média de carros a transportar para a produção por turno</b>	4	19

**Tabela 12 - Comparação entre um carro tubular inicial e um carro tubular novo**

Podemos verificar na tabela 12 que a alteração dos carros tubulares trouxe algumas contrapartidas para o processo, como por exemplo o aumento considerável do número necessário de transportes a realizar por turno e, consequentemente, o aumento do tempo perdido nessas viagens. Mas tendo em conta o principal objetivo definido inicialmente de reduzir a capacidade e tamanho do carro, essas contrapartidas eram inevitáveis, no entanto não houve a necessidade de aumentar o número de operadores envolvidos.

Quanto às melhorias, para além da redução da capacidade e tamanho do carro tubular, esta alteração melhorou a ergonomia física do processo, permitiu uma redução de *stocks* intermédios e do espaço ocupado pelos mesmos, e possibilitou uma visualização mais ampla do espaço. (Figura 35)



**Figura 35 - Demonstração da melhoria na visualização do espaço com a implementação dos novos carros tubulares**

A implementação do sistema *pull* teve também um papel importante na redução *stocks* intermédios, uma vez que neste sistema os operadores responsáveis pelo transporte dos carros tubulares, só vão buscar material quando necessário, o que evita a acumulação de *stock* desnecessário na área de produção.

A alteração dos carros tubulares em conjunto com a implementação do sistema de leitura de Maincards conseguiram reduzir consideravelmente o WIP de gáspeas.



O elevado WIP, era um dos problemas que mais preocupava a organização. No estado inicial era contabilizado a partir do momento em que as gáspeas saiam do armazém até ao momento em que as mesmas saiam da linha de acabamento. Como referido anteriormente foi considerado apenas o WIP existente até ao momento em as gáspeas chegam ao transportador, para elaborar a comparação entre o estado inicial e o estado melhorado e, mais uma vez, os valores utilizados para efetuar a comparação são valores teóricos devido à variabilidade da quantidade de WIP.

Inicialmente o WIP de gáspeas por Mini-Fábrica era de 5112 pares. Com a alteração dos carros tubulares e a implementação do sistema de leitura de Maincards o WIP foi reduzido para 540 pares por Mini-Fábrica, o que se traduz numa redução de cerca de 89%. (Tabela 13)

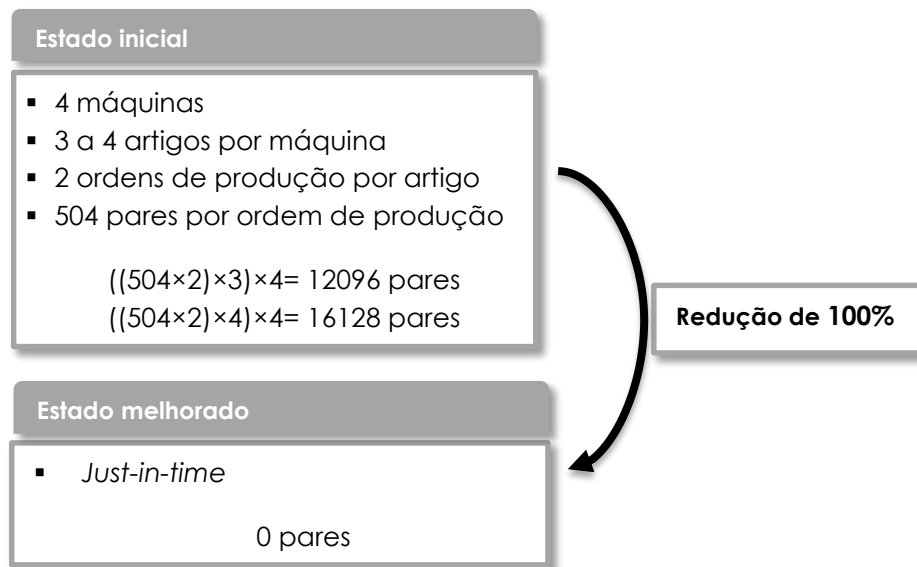
	Para 1 Mini-Fábrica	Para as 4 Mini-Fábricas
<b>WIP estado inicial</b>	5112 pares	20448 pares
<b>WIP estado melhorado</b>	540 pares	2160 pares

**Tabela 13 – Redução total do WIP de gáspeas**

 **Redução de 89%**

A implementação do sistema de leitura de Maincards permite também saber quantos pares de gáspeas de uma determinada ordem estão na área de preparação de componentes e na área de produção, o que assegura um maior controlo dos componentes

A implementação do sistema JIT no corte de palmilhas interiores resultou numa melhoria notável na redução do *stock* inicial destas palmilhas, que era acomodado na área de preparação de componentes. Sendo que neste sistema, as palmilhas só são cortadas quando são necessárias, o *stock* existente na área de preparação de componentes passa a ser nulo, observando-se uma redução de 100%. (Figura 36)



**Figura 36 – Redução de stock de palmilhas interiores na área de preparação de componentes**

O preenchimento da requisição e o aumento do tempo de corte de palmilhas interiores, decorrente da implementação deste sistema, são desfavoráveis à eficiência do processo, mas uma vez que o objetivo da empresa passava por reduzir os *stocks* intermédios, este sistema tem o efeito desejado.

A implementação da gestão visual trouxe benefícios para os operadores e administradores assim como para a eficiência dos processos. Esta ferramenta facilitou a identificação de cada Mini-Fábrica, e do que lhe pertence e permitiu uma melhor perceção e controlo do espaço, gerando comportamentos mais disciplinados.

## 5 CONCLUSÃO

O projeto desenvolvido na Ecco'let Portugal consistiu na análise e melhoria do processo de abastecimento de componentes às linhas de produção, com o principal objetivo de aumentar a eficiência do processo. Para atingir os objetivos propostos recorreu-se a metodologias *lean*.

As metodologias *lean* são utilizadas com o intuito de eliminar desperdícios, para consequentemente, reduzir custos, no entanto, para a organização, que se encontra numa fase de reestruturação, o mais importante é conseguir um maior controlo e organização dos processos.

Ao longo do desenvolvimento do projeto foram surgindo novos problemas para os quais foram procuradas e implementadas soluções. Algumas propostas não passaram da fase de estudo por não se mostrarem favoráveis para a empresa.

O projeto iniciou-se com uma análise detalhada de todas as tarefas realizadas desde a saída do armazém até à chegada dos componentes às máquinas de injeção. Foram estudadas as tarefas individualmente o que se traduziu num bom conhecimento sobre os pontos fracos de cada posto de trabalho. Também foram recolhidas informações transmitidas pelos operadores envolvidos na realização destas tarefas, pois melhor do que ninguém, conhecem os problemas com que se deparam diariamente. Apesar de indicarem quais os problemas que testemunham, os operadores mostraram-se bastante receosos em relação à mudança. Para ultrapassar esta resistência à mudança foi crucial o envolvimento de todos os operadores em todas as fases do projeto.

Seguidamente foram realizadas sessões de brainstorming para se encontrarem soluções para os problemas observados. As soluções foram sempre avaliadas e aprovadas pelo diretor de produção, antes da sua implementação.

A fase implementação de cada proposta de melhoria selecionada foi gradual e acompanhada. Seguidamente após a verificação do sucesso das fases de testes prosseguiu-se para a implementação nas restantes unidades de produção.

De uma forma geral todas as propostas implementadas tiveram um impacto positivo no processo em estudo e o ambiente de trabalho tornou-se mais agradável, contribuindo para o aumento da satisfação dos colaboradores. Tal verificou-se na fase final, quando foram recolhidas novamente as opiniões dos operadores que foram afetados pelo projeto. O feedback bastante positivo em relação a todas as propostas implementadas.

Em suma, o projeto desenvolvido resultou numa redução dos stocks intermédios, libertação de espaço, melhor gestão dos componentes, melhor controlo visual e melhorou o processo em termos de ergonomia, indo ao encontro dos objetivos propostos inicialmente.

## 6 REFERÊNCIAS

- Bonney, M. C., Zhang, Z., Head, M. a., Tien, C. C., & Barson, R. J. (1999). Are push and pull systems really so different? *International Journal of Production Economics*, 59(1).
- Goddard, W. E., & Brooks, R. B. (1984). Just-in-time: a Goal for MRP II, Readings in Zero Inventory. Conference in APICS.
- Imai, M. (1997). *Gemba Kaizen*. McGraw Hill.
- International Ergonomics Association - Definition and Domains of ergonomics. (n.d.). Retrieved October 25, 2015, from <http://www.iea.cc/whats/index.html>
- Kenworthy, J., & Little, D. (1995). When Push Comes to Shove is MRPII Infinite Push or Finite Pull? *National Geographic Magazine*.
- Lean Enterprise Institute - The Lean Post. Retrieved May 30, 2015, from <http://www.lean.org/LeanPost/Posting.cfm?LeanPostId=35>
- Liker, J. K. (2004). *The Toyota Way: 14 Management Principles From The World's Greatest Manufacturer*. *Journal of Chemical Information and Modeling* (Vol. 53).
- McCarthy, D., & Rich, N. (2004). *Lean TPM*. Elsevier.
- Ohno, T. (1997). *O Sistema Toyota de Produção*. Bookman.
- Parry, G. C., & Turner, C. E. (2006). Application of lean visual process management tools. *Production Planning & Control*, 17(1).
- Pinto, J. P. (2009). *Pensamento Lean: A Filosofia das Organizações Vencedoras*. Lidel.
- Sundar, R., Balaji, A. N., & Kumar, R. M. S. (2014). A Review on Lean Manufacturing Implementation Techniques. *Procedia Engineering*, 97, 1875–1885.
- Villa, A., & Watanabe, T. (1993). Production management: Beyond the dichotomy between “push” and “pull” *Computer Integrated Manufacturing Systems*, 6(1).

Walder, J., Karlin, J., & Kerk, C. (2007). Integrated Lean Thinking and Ergonomics: Utilizing Material Handling Assist Device Solutions for a Productive Workplace.

Womack, J., & Jones, D. T. (1996). *Lean Thinking*. Simon & Schuster.

## ANEXO A – QUESTIONÁRIO

61

4. O que pensa em relação ao tamanho dos carros tubulares:

- a. É adequado.
- b. É demasiado grande.
- c. É demasiado pequeno.

5. A seu ver, qual seria a quantidade de pares ideal que um carro tubular devia transportar?

- a. 360 pares(ATUAL)
- b. 180 pares
- c. 60 pares
- d. Outro: \_\_\_\_\_ pares

6. Pensa que seria melhor ou pior se existissem carros tubulares que transportassem as gâsperas apenas num dos lados?

- a. Melhor
- b. Pior

7. Porque?

8. Quanto à existência de um plano de voitas por carro tubular, facilitaria o seu trabalho?

- a. Sim
- b. Não

Se respondeu sim responda, por favor, à questão 7.1.

7.1. Qual passaria a ser a facilidade do seu trabalho se existisse um plano de voitas por carro tubular?

- a. Nada Difícil
- b. Pouco Difícil
- c. Difícil
- d. Muito Difícil



9. Quanto tempo pensa que pouparia se existisse um plano de visitas para cada campo tubular?

\_\_\_\_\_

10. Sugestões para melhorar o processo:

*Obrigado pelo tempo despendido.*

## ANEXO B – FOLHA DE REQUISIÇÃO DE PALMILHAS INTERIORES

Requisição de Palmilhas Interiores

Máquina\_\_\_\_\_ Tubular\_\_\_\_\_

	Estação	Artigo	Tam.	Qtd	Mudança de Molde		
					Artigo	Tam.	Qtd
A	1-2						
B	3-4						
C	5-6						
A	7-8						
B	9-10						
C	11-12						
A	13-14						
B	15-16						
C	17-18						
A	19-20						
B	21-22						
C	23-24						
A	25-26						
B	27-28						
C	29-30						

Data: \_\_\_\_\_

Turno: \_\_\_\_\_